DIE ERDE, IN VIERUNDZWANZIG GEMEINVERSTÄNDLICHEN...

Friedrich Ratzel

Digitized by Google

THE LIBRARY
OF THE

CLASS 910
BOOK R189e

Digitized by Google

Digitized by Google

E.W.

Die Erde

in

Vierundzwanzig gemeinverständlichen Vorträgen

über

Allgemeine Erdkunde.

Ein geographisches Lesebuch

von

Friedrich Ratzel.

Mit Abbildungen.

Stuttgart.
Verlag von J. Engelhorn.
1881.

Digitized by Google

Druck von Gebrüder Kröner in Stuttgart.

UNIVERSITY OF MINNESOTA LIBRARY

Digitized by Google

910
R189e

Vorbemerkung.

Im Frühling 1878 hielt ich in der Reihe der damals zum ersten Male hier in München ins Leben gerufenen sog. Frauenkurse 20 Vorträge über „Allgemeine Erdkunde". In diesem Buche erscheinen dieselben jetzt umgearbeitet und erweitert. Sie wurden des faltenreicheren Vortrags-Gewandes entkleidet, sind dafür reicher an Thatsachen und breiter in manchen Ausführungen geworden, und sollen in dieser Form ein Buch, daß ich's kurz sage, zum lesenden Lernen vorstellen; und zwar nicht für Frauen in erster Linie, sondern für alle Freunde und Schüler der Erdkunde, die nicht selbst zu den Quellen hinabsteigen. Hoffentlich gelingt es ihnen, nützlich zu sein. Abschnitt XXIV, welcher in dieser Auffassung und Durchführung bisher in geographischen Hand- und Lehrbüchern nicht vorkam, ist ein Zusatz, welcher in jenen Vorträgen aus äußeren Gründen nicht vertreten war, der mir aber nothwendig schien zur Vervollständigung des Bildes von der Erde, das hier entrollt werden soll.

München, 30. August 1880.

Friedrich Ratzel.

398748

Digitized by Google

Inhalt.

		Seite
I.	Die Erde ein Stern unter Sternen	1
II.	Die Gestalt der Erde	11
III.	Die Bewegungen der Erde und die Tages- und Jahreszeiten	23
IV.	Die festen Linien und Punkte auf der Erdkugel. — Die Zeitrechnung	37
V.	Der Mond und die Finsternisse	46
VI.	Das Gewicht der Erde	49
VII.	Das Erdinnere	51
VIII.	Wirkungen des Erdinnern nach Außen: Vulkanische Erscheinungen	56
IX.	Wirkungen des Erdinnern nach Außen: Erdbeben	84
X.	Wirkungen des Erdinnern nach Außen: Hebungen und Senkungen des Bodens	94
XI.	Die Vertheilung des Festen und Flüssigen auf der Erdoberfläche	99
XII.	Die Meere und Erdtheile	103
XIII.	Die Oberflächenformen der Erde	113
XIV.	Die Küsten	139
XV.	Die Inseln	158
XVI.	Die Gesteine der Erdrinde	176
XVII.	Das Meer	181
XVIII.	Die Flüsse und Ströme	209
XIX.	Auflösung, Wegführung und Neubildung durch fließendes Wasser	222

Digitized by Google

Seite

XX. Gletscher und Eisberge 254
XXI. Die Seen 277
XXII. Die Luft- und Dunsthülle der Erde 292
XXIII. Die Verbreitung des Lebens auf der Erde 324
XXIV. Der Mensch 375
Register 430

Digitized by Google

I.

Die Erde ein Stern unter Sternen.

Die Erde und die anderen Gestirne. Bedeutung dieser für jene. Sonne. Sonnenflecken. Planeten. Die mittlere Stellung der Erde. Stoffliche Uebereinstimmung derselben mit anderen Himmelskörpern. Meteore. Fixsterne. Bewegungen und Veränderungen im Weltraum. Spektral-Analyse. Milchstraße und Nebelflecken. Die Erde und der Weltraum.

Die Erde ist nicht allein im unermeßlichen Raum des Weltalls. Als ein Stern unter Sternen schwebt sie dahin in ihrer Bahn, welche im Lauf eines Jahres sie um den größten Stern unter denen, die uns nahe sind, um die Sonne führt. Ein kleinerer Stern ist unzertrennlich mit ihr verbunden, begleitet sie auf allen ihren Bahnen, indem er sie umkreist, ähnlich wie sie selber die Sonne umkreist — der Mond. Wenn die Sonne aufgeht und wieder wenn sie hinabgesunken ist, erscheint in ihrer Dämmerung zuerst ein hellglänzender Stern — der Morgen- und Abendstern, ein Planet, den die Sternkundigen Venus nennen. Ihm folgen mit zunehmender Nacht zahllose andere große und kleine, bald gruppenweis, bald einzelstehend. Die meisten von diesen beschreiben größere und kleinere Bogen am Himmel, kommen aber jeden Tag an der gleichen Stelle herauf, machen denselben Weg und sinken an der gleichen Stelle wieder hinab. Dieß sind die Fixsterne.

Andere wandern in weiten und wechselnden Bahnen durch diese hin und erscheinen uns zum Theil größer, weil

Digitized by Google

sie näher sind: die Planeten. Wieder andere schießen ganz plötzlich, wie von unsichtbarer Kraft hereingeworfen, an irgend einem Theil des Himmels vorüber, um zu verschwinden. Sie sehen meist aus wie Sterne und man begreift es, daß man sie fallende Sterne genannt hat, oder mit einem weder ästhetischen, noch besonders bezeichnenden Namen: Sternschnuppen.

Noch andere treten unvermuthet aus der Tiefe des Weltraumes in unseren Gesichtskreis, wo sie eine Zeit lang, so lange sie sich uns nähern, immer größer zu werden scheinen, um nachher wieder abzunehmen und endlich zu verschwinden. Einige von ihnen kehren in bestimmten Zeiträumen wieder, andere sind bis heute verschwunden geblieben. Dieß sind die Kometen oder Schweifsterne, die man so genannt hat entweder weil sie am Himmel regellos umherirren oder schweifen, oder weil sie sehr häufig mit großen besenförmigen Schweifen versehen sind. Im Gegensatz zu den übrigen Sternen, die bestimmte, gerundete Formen haben, haben schon diese Schweifsterne etwas Unbestimmtes, Verfließendes in ihren Formen, das sie wie Nebelanhänge eines leuchtenden Kernes erscheinen läßt. Diese Unbestimmtheit der Form wird zur Regel bei den sog. Nebelflecken und bei der Milchstraße, welche als blaß leuchtende Gebilde am Himmel stehen, mehr wie ein Schimmer oder Schein, als wie ein entschieden leuchtender Körper. Dieß sind die Himmelskörper, welche wir sehen. Wenn andere vorhanden sind, die uns unsichtbar, so wissen wir nichts von ihnen, denn nur das Auge sammt den seine Kraft verstärkenden Werkzeugen, mit denen es sich bewaffnet, vermitteln bis jetzt das Wissen des Menschen von den übrigen Himmelskörpern. Die Sphärenharmonien sind den Ohren der Dichter vorbehalten.

Diese Gestirne oder Himmelskörper, ob sie weit oder nah sind, stehen in bestimmten Beziehungen zu unserer Erde und man kann das Ganze der letzteren nicht betrachten, ohne ihnen wenigstens einige Beachtung zu widmen. Diese Beziehungen sind zum Theil materieller, zum Theil geistiger Art, sie scheinen in einem Fall inniger, im andern loser. Aber wer möchte abwägen, welche Beziehung inniger sei, die der Sonne, die unseren Körper erwärmt, oder die der nächtlichen

Digitized by Google

Fixsternwelt, welche seit den vielen Jahrtausenden, daß es denkende und fühlende Menschen gibt, die Seelen mit den Schauern eines hohen und erhabenen Geheimnisses erfüllt, mit der Ahnung eines höheren und besseren Lebens angestrahlt hat? Ich möchte keine Rangstufe dieser Beziehungen zwischen der Erde und den übrigen Gestirnen aufstellen; sie sind sehr verschieden, aber sie sind alle der Beachtung werth.

Wir sind mit all unserer großen Wissenschaft zu klein in jedem Sinn, zu kurzlebig, zu kurzsichtig, in unseren Mitteln zu beschränkt, um diese Verhältnisse so groß aufzufassen, wie ihre Größe es verlangt. Der fernste Stern kann einst nahe gewesen sein und unsere Erde beeinflußt haben, oder er kann in späteren Weltaltern nahe rücken und von Einfluß werden. Man muß sich beschränken zu sagen: Die Beziehungen zwischen der Erde und den anderen Himmelskörpern bestehen und sind wichtig.

Indessen ist jedenfalls von allen Himmelskörpern keiner materiell so innig verflochten mit dem gegenwärtigen Zustand unserer Erde wie die Sonne. Ohne sie wäre das Leben nicht möglich, das wir heute auf ihr wahrnehmen: Pflanzen, Thiere, Menschen würden ohne der Sonne Wärme und Licht nicht bestehen. Der größte Theil von dem, was wir an der Erdoberfläche sehen, dessen Mannigfaltigkeit, Fülle und Schönheit uns vor allem erfreut, ist der Sonne zu verdanken, gehört nur halb der Erde an. Jenes Bild, das die Dichter oft vom Menschen brauchten: Er ragt mit seinem Haupte in den reinen Aether, aber seine Füße können sich nicht von der Erde erheben — diese Zweitheilung seines Wesens, diese zweigetheilte Angehörigkeit, ist von Allem wahr, was auf der Erde lebt und webt. Indessen ist auch außerdem die Sonne der wichtigste aller Himmelskörper für uns Erdenbewohner, denn er ist der Hauptkörper und Mittelpunkt des Planetensystems, in welchem die Erde ihren Platz findet.

Die Sonne, deren Durchmesser 112mal so groß wie der der Erde (190,000 geogr. Meilen), ist der Centralkörper unseres Planetensystems. Um sie drehen sich 8 große und viele kleine Planeten. Sie ist ein glühender Körper, umgeben von einer glühenden Gashülle. Einfache Stoffe, die wir auf der Erde kennen, wie Wasserstoff, Eisen, Natrium, Magnesium,

Digitized by Google

Calcium und andere sind in dieser Gashülle vorhanden, aber dieselbe ist nicht ganz gleichförmig in glühendem Zustand, sondern dunklere Stellen, die man auf ihr bemerkt, unterbrechen ihr gleichförmiges Leuchten. Man nimmt gegenwärtig an, daß diese Sonnenflecken Schlackenhaufen seien, die auf der Oberfläche der Sonne schwimmen und um welche die glühenden Gase der Sonnenatmosphäre sich wolkenartig verdichtet haben. Diese Flecken fehlen manchmal fast völlig und sind zu anderen Zeiten wieder in großer Menge vorhanden. Einzelne kommen an Größe dem Durchmesser unserer Erde gleich. Es gibt eine bestimmte Periodicität in ihrer Ab- und Zunahme. Alle 11 1/9 Jahr tritt ein Maximum, in demselben Zwischenraum ein Minimum ein. Das Jahr 1877 war durch eine äußerst geringe Zahl von Sonnenflecken bezeichnet, das Jahr 1882 wird eine außergewöhnlich große Zahl derselben aufzuweisen haben. Diesen Perioden größter und geringster Mengen der Sonnenflecken scheinen gewisse Erscheinungen auf der Erde zu entsprechen, welche in entsprechenden Zeiträumen sich bewegen, vorzüglich die Aenderungen in der Stärke des Erdmagnetismus. Vielleicht daß auch der Wechsel wärmerer und kälterer oder trockenerer und feuchterer Jahresreihen damit zusammenhängt.

Um diesen Haupt- und Mittelkörper bewegen sich nun kleinere Himmelskörper in bestimmten Bahnen, und alle diese Bahnen haben die Form von Ellipsen, in deren einem Brennpunkt die Sonne steht. Diese Himmelskörper nennt man Planeten, wenn sie sich nur um die Sonne drehen; man unterscheidet von ihnen die Trabanten, welche jeweils einem bestimmten Planeten angehören und mit diesem sich um die Sonne drehen.

Man kennt 8 große und 215 kleine Planeten. Die großen sind nach der Reihenfolge des Abstandes von der Sonne: Mercur, Venus, Erde, Mars, Jupiter, Saturn, Uranus, Neptun. Diese großen Planeten zerfallen in 2 Gruppen, die sog. inneren Planeten, welche der Sonne näherstehen und außerdem ausgezeichnet sind durch eine Dichtigkeit, welche etwa der der Erde entspricht, und durch ziemlich gleich schnelle Bewegung, und in die sog. äußeren Planeten, welche weit größer als die inneren

Digitized by Google

und viel weniger dicht sind und weit schneller rotiren. Jene sind Mercur, Venus, Erde, Mars, diese Jupiter, Saturn, Uranus, Neptun. Einige von ihnen sind allein: Mercur und Venus. Mars hat 2, die Erde 1, Jupiter 4, Saturn 8 Monde und 1 Ring, der den Planeten frei umschwebt, Uranus 6 Monde, Neptun deren 2. Jupiter, der größte von diesen Genossen der Erde, hat 19,060 Meilen Durchmesser; Mercur, der kleinste, 644. Nimmt man die Erde zu 1 an, so hat Jupiter 11mal, Mercur 0,37 oder fast $^1/_3$mal den Durchmesser derselben.

Gemeinsam ist allen diesen Planeten, außer der Bewegung um die Sonne, die runde Gestalt, welche allerdings nie die reine Kugelform erreicht, sondern mehr oder weniger durch Abplattung von zwei einander entgegengesetzten Seiten und entsprechende Anschwellung zwischen diesen Abplattungen bezeichnet ist. Man nennt diese Form Sphäroid. Gemeinsam ist ferner allen eine Drehung um sich selbst und zwar geht die Axe, um welche diese Drehung sich vollzieht, durch die beiden Abplattungen.

Sehr verschieden sind sie dagegen in ihrer Entfernung von der Sonne, welche bei der Erde 20 Mill. Meilen, bei dem sonnennächsten, dem Mercur $7^4/_5$, beim fernsten, dem Neptun, $601^2/_5$ Mill. Meilen beträgt, und ebenso in der Umlaufszeit, welche für die Erde 365 Tage und 6 Stunden, für Mercur 87 Tage und 23 Stunden (fast $^1/_4$ Jahr), für Neptun 165 Jahre beträgt.

Die kleinen Planeten, deren erster 1806 entdeckt wurde und von denen man heute schon 215 kennt, bilden eine Gruppe für sich, die zwischen Mars und Jupiter ihre Lage findet. Von ihnen mißt der größte nur $^1/_{37}$ vom Erddurchmesser, während die Oberfläche des kleinsten ungefähr den $^1/_{180,000}$ Theil der Erdoberfläche beträgt.

Die Erde selbst nimmt nach Größe und Entfernung von der Sonne eine mittlere Stellung in dieser großen Familie der Wandelsterne ein. Nach unseren irdischen Begriffen muß auf dem Mercur die Hitze in Folge der Sonnennähe so groß sein, daß sie organisches Leben unmöglich macht, während nach dem Neptun die Sonnenstrahlen, die einen 30mal so langen Weg als nach der Erde zurückzulegen

Digitized by Google

haben, nur wenig Wärme mehr bringen werden. Die Venus ist der der Erde ähnlichste Planet in Größe, Masse und Umdrehungszeit. Auch der Mars steht unter Bedingungen, die denen der Erde nicht sehr unähnlich sind. Leider besitzen wir nicht die Mittel, um genauere Einsichten in die Aehnlichkeiten und Unähnlichkeiten zu gewinnen, welche die Erde von ihren Schwestergestirnen, den übrigen Planeten, theils sondern, theils mit ihnen übereinstimmen lassen. Es ist z. B. nicht unwahrscheinlich, daß Mercur eine dichte Atmosphäre hat, daß Venus sich ungefähr in derselben Zeit wie die Erde, d. h. in etwas mehr oder weniger als 24 Stunden um sich selbst dreht, daß Mars eine ähnliche Umdrehung, einen ähnlichen Wechsel der Jahreszeiten wie die Erde und gleich dieser am Nord- und Südpol Eis- oder Schneemassen hat, die mit den Jahreszeiten ab- und zunehmen. Die 4 größeren und entfernteren Planeten sind hingegen der Erde ganz unähnlich. Auf der Oberfläche des Jupiter erscheint ein Wechsel heller und dunkler Streifen, der den Eindruck einer mit Wolken erfüllten Atmosphäre macht. Aehnliches sehen wir am Saturn, aber den eigenthümlichen Ring, welcher diesen Planeten umgibt, vermögen wir nicht genau zu deuten und die 2 äußersten Planeten Uranus und Neptun, die uns mit bloßem Auge als Sterne von $^1/_6$ bez. $^1/_8$ Größe erscheinen, sind zu fern, als daß wir bestimmte Bilder von ihrer Oberfläche erhalten könnten.

Ueberblicken wir die Planeten von einem ganz allgemeinen Standpunkte, so finden wir sie also mit der Erde übereinstimmend in ihren Kugelgestalten, ihren Drehungen um sich selbst und um die Sonne. Sie sind alle dichte Körper, wenn auch in sehr verschiedenem Grade, und auf ihren Oberflächen sind Anzeichen von flüssigen oder luftartigen Umhüllungen vorhanden.

Man hat also wohl schon jetzt ein Recht zu sagen: Die Erde ist nichts Einziges, Beispielloses im Weltraum, sie gehört einer Familie von Gebilden an, welche in manchen Beziehungen zwar sehr verschieden von einander sind, in einigem Wesentlichen aber übereinstimmen.

Daß die Erde aber auch mit anderen, tiefer gehenden Eigenthümlichkeiten nicht allein steht, das beweisen zuerst jene

Digitized by Google

seltsamen, unregelmäßigen Himmelskörper, die Meteoriten, die meistens zu klein sind, um im Himmelsraum gesehen zu werden, die man erst erkennt, wenn sie der Erde begegnen und von ihr angezogen, auf sie herabstürzen. Es ist nicht selten, daß stein- oder metallartige Körper aus der Luft auf die Erde herabfallen. Man kennt allein gegen 300 derartige Fälle aus unserem Jahrhundert und wie viele mögen wir nicht kennen! Oft wiegen diese stürzenden Massen mehrere hundert Centner, oft nur einige Pfund, oft sind sie einzeln gefallen, oft mehrere Tausend zusammen. Es ist auch möglich, daß staubartige Massen, sog. Meteorstaub, zur Erde fallen. Wie verschieden auch Größe und Form dieser Dinge, nie ist ein Element in ihnen gefunden, das nicht auch auf der Erde vorkäme. Einige bestehen vorzüglich aus gediegenem Eisen, andere aus einer Grundmasse, die an die vulkanischen Gesteine unserer Erde erinnert.

Die Meteore oder Feuerkugeln und die Sternschnuppen sind wahrscheinlich nichts anderes als solche kleine Himmelskörper, die glühend werden, indem sie in raschem Falle mit der Atmosphäre in Berührung kommen. Sternschnuppen sind einzeln allnächtlich zu beobachten, aber in besonders großer Zahl zu gewissen Zeiten, wo sie schwarmartig zu vielen Tausenden aus einem bestimmten Theil des Firmamentes gewissermaßen ausströmen.

In der Zeit des 10. August und des 12. bis 14. November treten solche Schwärme auf, die man nach diesen Daten Laurentiusschwarm, Novemberschwarm u. dgl. genannt hat. Die Regelmäßigkeit ihrer Wiederkehr hat erkennen lassen, daß sie nichts anderes als Theile von großen Schwärmen, welche in langelliptischen Bahnen sich um die Sonne bewegen und an jenen Tagen die Erdbahn schneiden.

Die Kometen haben ähnliche Bahnen, in denen sie sich um die Sonne bewegen, und es ist bemerkenswerth, daß die Bahnen der Sternschnuppenschwärme mit denen einiger Kometen zusammenfallen. Die Eigenschaften der Kometen ließen längst schon annehmen, daß wir es in ihnen weder mit festen, noch flüssigen, noch gasförmigen Massen zu thun haben, sondern mit Ansammlungen von kleinen Himmelskörpern, oder, wie man es wohl auch ausgedrückt hat, mit kosmischen

Digitized by Google

Staub- oder Trümmermassen. Nun ist es wahrscheinlich geworden, daß die Kometen und die Asteroiden- oder Sternschnuppenschwärme nichts sind als ein und dieselbe Sache in äußerlich verschiedenen Zuständen, nämlich Ansammlungen von kleinen meteoritenartigen Himmelskörpern, welche früher im Weltraum sich bewegten, zufällig in das Sonnensystem hereinkamen und, von der Sonne angezogen, um dieselbe, ähnlich wie die Planeten, aber in anderen, viel weniger einfachen und regelmäßigen Bahnen sich bewegen.

In diesen Körpern — Sonne, Planeten, Trabanten, Meteoriten und Kometen — ist das umschlossen, was wir das Sonnen- oder Planetensystem nennen. Es ist eine zusammengehörige, von den übrigen Sternen weit getrennte Gruppe — ein engerer Familienkreis möchte man sagen, denn allem Anschein nach sind diese Körper, die auf verhältnißmäßig engem Raum sich miteinander und umeinander bewegen, die in Stoff, Form und Bewegungsweise so vielfältige Anklänge zeigen, auch ihrer Entstehung nach eng verknüpft. Jene von Kant und Laplace, zweien der größten Geister des vorigen Jahrhunderts ausgesprochene Vermuthung, daß einst alle Glieder des Planetensystems ein Ganzes ausmachten, aus dem die einzelnen in ihren verschiedenen Größen und Entfernungen auseinander hervorgingen, ist auch heute noch die wahrscheinlichste Theorie der Entstehung des Sonnensystems. Ihr zufolge würden also die Körper desselben der großen Mehrzahl nach durch Stammverwandtschaft verbunden sein.

Jenseits der Grenzen unsres Sonnensystems stehen aber noch andre Gestirne, von denen gewiß nur eine verschwindende Zahl unsrem Auge sichtbar ist. Es sind dieß die Fixsterne, welche man so nennt, weil sie im Gegensatz zu den Planeten und Kometen, diesen Wandelsternen, in festen Stellungen oder, sagen wir vorsichtiger, in nahezu festen Stellungen zu einander verharren. Wir sehen im mittleren Europa 3250 Sterne dieser Art mit bloßem Auge; am ganzen Firmament sieht man gegen 6000, oder wenn wir mit A. von Humboldt die höchste, dem schärfsten Auge erreichbare Zahl der Sterne von 1. bis 6. Größe annehmen wollen, ca. 8000. Mit Riesen-Fernröhren werden nach Struve's Schätzung mehr als

Digitized by Google

20 Millonen Fixsterne erblickt, und vielleicht sind die Grenzen unsrer durch diese Hülfsmittel so ungeheuer gesteigerten Sehkraft noch nicht erreicht. Aber je tiefer der Blick auch eindringen mag in diese Sternenwelt und wieviel tiefere Tiefen ihm vielleicht noch vorbehalten sein mögen, desto weitere Perspectiven werden sich ihm eröffnen, und desto mächtiger ist der Eindruck der ungeheuren Gleichförmigkeit, welche in diesen unermeßlichen Gebieten der unbedingt vorherrschende Charakterzug ist. Die Aussichten, die Fernblicke sind es, die mit der Einsicht wachsen, aber alles Neue, was vor unseren Augen auftaucht, ist ganz wie das Alte, das wir längst gesehen. Wir stehen eben dieser Welt von Welten so fern, daß bloß die allerallgemeinsten Eigenschaften derselben uns entgegentreten. Diese Sterne leuchten und sind größtentheils scheinbar unbeweglich — das ist das, was sie alle gemeinsam haben. Es sind selbstleuchtende, wenig oder scheinbar gar nicht bewegliche Körper, Sonnen, wie wir sie nach dem Maßstab unsres Planetensystems nennen. Nur in wenigen Fällen ist es gelungen, Genaueres, das allerdings sich meist nur aus Wahrscheinlichkeiten und Ahnungen zusammensetzt, über die Natur dieser fernen Himmelskörper und sogar über die Veränderungen innerhalb derselben zu erkennen. Wir wissen, daß einige Fixsterne in den zwei Jahrtausenden, daß man sie beobachtet, ihre Stellung zu einander verändert haben; wir kennen von anderen periodische Veränderungen der Lichtstärke; wir sehen, daß nicht alle mit denselben Farben leuchten, daß es röthliche, bläuliche, gelbliche außer den zahlreichen weißen Sternen gibt; wir dürfen es für wahrscheinlich halten, daß einige Fixsterne in historischer Zeit die Farbe ihres Leuchtens verändert haben, und es unterliegt keinem Zweifel, daß in den letzten 2000 Jahren eine Anzahl von Sternen, darunter sogar solche erster Ordnung, verschwunden und dafür andre an Punkten aufgetreten sind, wo vorher keiner dieser Art sich befand. Endlich ist es den Fernröhren gelungen, Sterne, die man vorher für einfach gehalten hatte, in zwei, in sog. Doppelsterne zu zerlegen, die um einen gemeinsamen Mittelpunkt sich bewegen. Die ungeahntesten Dinge hat aber auch hier die Betrachtung des Spektrums, d. h. des durch ein Prisma zerlegten Lichtes der Fixsterne geboten, denn ganz

Digitized by Google

wie im Spektrum des Sonnenlichtes ist es auch bei den Fixsternen gelungen, Stoffe nachzuweisen, die wir auf unsrer Erde zum Theil als massenhaft und verbreitet vorkommende kennen. Wasserstoff, Natrium, Calcium, Magnesium, Wismuth, Eisen, Quecksilber u a. sind auf diese Weise mit Bestimmtheit nachgewiesen. Mit Zuversicht kann man es heute als eine Wahrheit aussprechen, die Angesichts der engen Grenzen, welche unsrer Kenntniß von dieser fernen und weiten Welt gezogen sind, etwas wahrhaft Erhebendes und Versöhnendes hat, daß in jenen Räumen, die mehr als alles andere unseren Begriff der Unendlichkeit näher bringen, dieselben Stoffe zu finden sind, wie in dem Boden, auf dem wir stehen, dem wir entwachsen sind, und wie in uns selbst.

Mit den Fixsternen ist die Sternenwelt noch nicht erschöpft. Jener unregelmäßige, wie ein Nebelstreif erscheinende, weißlich leuchtende Ring, der das ganze Firmament umzieht, die Milchstraße, und die Tausende vereinzelter Körper von ähnlich nebelhafter Erscheinung, welche man als Nebelflecken bezeichnet, sind entweder Sternenhaufen, welche durch ihre Gedrängtheit dieses nebelartige Bild hervorrufen, oder wirkliche kosmische Nebel, welche auch durch die stärksten Vergrößerungen der Fernröhren immer nur als Nebel erscheinen. Die Milchstraße gehört zu jenen, welche aus Sternenhaufen gebildet sind, aber von zahlreichen anderen Nebelflecken darf man auf Grund der Spektralanalyse behaupten, daß sie aus glühenden Gasmassen bestehen.

Man sieht, die Welt der Sterne wird mannigfaltiger, indem wir in ihre Tiefe tauchen, sie ist nicht so einförmig, nicht so starr, nicht so stumm, wie es uns scheinen will, wenn wir dann und wann einmal einen Blick hinaufwerfen zu dem gestirnten Himmel. Was wir erkennen, wenn wir einen Tropfen Wasser aus irgend einem Tümpel unter dem Vergrößerungsglase des Mikroskopes sehen, dasselbe tritt uns entgegen bei tieferem Einblick in die endlosen Weiten des Weltraumes: Bewegung, Veränderung.

Bewegungen und Veränderungen, die dort vorgehen, sind uns allerdings so wenig merklich, daß wir in der kurzen Reihe von Generationen, in der man Beobachtungen über die Sterne angestellt, nur wenig davon bemerkten.

Digitized by Google

Wenn das Licht 8¼ Minuten braucht, um von der Sonne zu uns zu gelangen, und wenn der nächste Fixstern 200,000mal so weit von uns entfernt ist als die Sonne, und wenn ein etwas fernerstehender, der Polarstern, sogar 33 Jahre bedarf, um sein Licht zu uns gelangen zu lassen, so begreift man, daß Veränderungen, die wir hier auf der Erde bemerken, schon ungeheuer sein müssen. Was in gewissen Grenzen bleibt, ist uns ebenso unsichtbar, wie das Flackern eines Bergfeuers, von dem uns Meilen trennen. Alles Funkeln, Flackern und Qualmen ist uns unsichtbar, wir sehen nichts als das stille Leuchten des Feuerscheins — ganz wie bei den Sternen.

II.

Die Gestalt der Erde.

Die Lehren der täglichen Erfahrung. Das Bild der Scheibe. Die homerische Welt und andere kindliche Weltbilder. Ihre Rückwirkung auf die Vorstellungs- und Gedankenkreise. Wie entstand die Idee der Erdkugel? Dichtung und Wissenschaft im Alterthum. Harmonischer Charakter des Wissens der Alten. Pythagoras. Die vollkommenste Gestalt. Anaxagoras, Herodot, Aristoteles, Ptolemäus. Aeltere Beweise für die Krümmung der Erde. Weite des Horizontes. Zeitverschiedenheit zwischen östlich oder westlich von einander liegenden Orten. Weltumsegelung. Unregelmäßigkeiten der Erdgestalt. Abplattungen und Anschwellung. Der Aequatorgrad als Grundlage des Metermaßes. Die größten Unebenheiten der Erdoberfläche sind unbedeutend für die Erdgestalt.

Wir haben die außerirdischen Umgebungen der Erde kennen gelernt, zu denen wir als zu den Ursachen gar mancher bedeutsamer und wichtiger Erscheinungen auf der Erde noch öfters zurückzukehren haben werden. Im Ganzen werden wir aber nun unsere Blicke nicht mehr abwenden von der Erde selbst, welche ja der wahre und eigentliche Gegenstand der Geographie ist.

Digitized by Google

Zuerst nun von der Gestalt der Erde, von der dem heutigen Geschlechte und schon vielen vor ihm als unerschütterliche Annahme gilt, daß sie eine kugelige sei. Eine ganze Reihe von Erfahrungen des täglichen Lebens und der Wissenschaft wird zum Beweis dafür angezogen und die Sache gehört zu denen, die man kinderleicht nennt. Ein Blick auf die Geschichte des menschlichen Geistes scheint uns eines Anderen zu belehren. Auch diese Wahrheit hat sich entfalten müssen und die Wandlungen, die sie in ihrem Werden durchlief, gehören zu den anziehendsten.

Jene Erfahrungen sind nicht so ganz von selbst sich ergebend, wie es uns, die mit ihnen meist schon von der frühesten Schule her vertraut sind, erscheinen mag. Um die Erde wirklich als Kugel zu sehen, müssen wir möglichst weit von derselben entfernt sein. So lange wir auf ihr selbst uns befinden, zerfällt ihre ganze Oberfläche für unseren Blick in lauter Flächen, und selbst auf der hohen See, wo keine Schranke unseren Blick hemmt, glauben wir im Mittelpunkt einer ganz flachen Scheibe zu sein, auf deren Rand überall das Himmelsgewölbe aufruht, das dergestalt wie eine große Glocke über uns gewölbt ist. Erst wenn ein fremder Gegenstand an diesem Horizonte auftaucht, sehen wir an seinem allmäligen Heraufrücken, daß die Fläche nicht so ganz glatt und gleichförmig sein kann, sondern daß eine Wölbung vorhanden sein muß, welche zuerst die tieferen Theile dieses Gegenstandes verhüllt, um dieselben nur ganz allmälig in unseren Gesichtskreis gelangen zu lassen. Aber dem einfachen, ununterrichteten, in alten und einfachsten Gedankengeleisen sich bewegenden Menschengeist ist das Bild der flachen Scheibe das wahre, das ihm überall in ähnlichen Formen entgegentritt, das er daher für den richtigen Ausdruck der Thatsache hält und als solchen nicht anzweifelt. In der That sind die ältesten Vorstellungen von der Gestalt der Erde auf diese Ansicht gegründet. Sie legen alle die Fläche zu Grund. Die Annahme der Kugelgestalt aber, die wissenschaftlich einzig richtige und berechtigte, ist eine späte Abstraktion, die ja heute noch in den Köpfen vieler Leute aus dem Volk nur als ein zwar geglaubtes, aber nicht verstandenes beweisloses Dogma lebt. Sei es eine scheibenförmige Insel, die im Meere

Digitized by Google

schwimmt, oder eine auf Säulen erhobene Platte, oder eine von einem Flusse umströmte Erdscheibe — es ist überall dasselbe Resultat der ersten und nächsten Beobachtung, der naiven kindlichen, an Zweifeln armen, im Zweifeln noch unerfahrenen, im Glauben aber an schöne und einfache, menschlich bequeme und anmuthende Verhältnisse reichen Anschauung junger Völker. Homer's Dichtungen haben ein solches kind-

Fig 1. Das Homerische Weltbild.

liches Weltbild für alle Zeiten verewigt. Eine große Scheibe wird von einem breiten Flusse, dem Okeanos, auf allen Seiten umflossen. Das östliche Mittelmeer, jenes inselreiche Meer, das wir das ägäische nennen und das die Griechen behaglich „Unser Meer" oder das „Innere Meer" hießen, nimmt die Mitte ein. Wie der Nabel eines Schildes ragt das Gebirge des Olympos in dieser Mitte empor, zur Rechten

Digitized by Google

ist es von den Küsten und Inseln Joniens, zur Linken von denen Griechenlands, oben von Thracien, unten von Lybien eingeschlossen. Von diesem Mittelpunkte aus strahlten nun die Länder alle gegen den ringsumfließenden Okeanos hinaus, und je näher sie diesem lagen, um so unklarer war die Kenntniß, die man von ihnen besaß. Ihre Grenzen sind im Osten der Kaukasus, im Süden Aethiopien, d. h. das mittlere Nilgebiet, im Norden gehen sie bis zur Donau und etwas über den europäischen Rand des Schwarzen Meeres hinaus, im Westen bis zu den Säulen des Herkules, die wir heute in der Meerenge von Gibraltar suchen. Der Ocean hatte seine Quelle gleich jedem anderen Fluß, man dachte ihn am Atlasgebirge entspringend, und außer bei den Säulen des Herkules sollte er auch beim Phasis, dem östlichsten Zufluß des Schwarzen Meeres, den wir heute Rion nennen, mit dem Meere, welches das Innere dieser Weltscheibe erfüllte, in Verbindung stehen. Noch heute hat dieses Meer seinen Namen Mittelmeer von dieser Mittelstellung in der damaligen Welt. Aber freilich, im Vergleich zu den Meeren, die wir heute kennen, ist es nur wie ein großer Landsee und bildet selbst in rein geistigem Sinne nicht mehr den Mittelpunkt des an der Weltgeschichte arbeitenden Theiles der Menschheit und des Völkerverkehres, wie einst zur Zeit der Griechen und Römer.

Wie seine Schätzung im Alterthum zu der in der Jetztzeit, so verhält sich die Welt des Alterthums zu der unseren. Alle Grenzen sind hinausgerückt, alle Begriffe von der Erde sind so groß und weit, wie die Erde selbst geworden und können weiter nicht mehr wachsen. Aber jene engere Auffassung war schön und sie war vor allem, sei das Wort erlaubt, eine beheimathende.

So wie nun die Griechen sich ihre Welt aus Bekanntem und Halbbekanntem aufbauten, thaten zur selben Zeit auch andere Völker. Jedes schuf sich seine Welt aus dem, was es kannte und zog deren Grenzen da, wo es sich gar nicht mehr auskannte, oder von wo gar keine Nachrichten ihm überliefert waren. So haben sich die Chinesen eine Welt, eine chinesische Welt geschaffen, deren Mittelpunkt die fruchtbaren Thäler des Hoang-ho und Yangtse,

Digitized by Google

ihrer Hauptströme, waren; so ließen die Inder die einzelnen Theile ihrer Welt um den Himalaya und den nördlichen indischen Ocean, so die Assyrer und Babylonier die ihre um Euphrat und Tigris sich gruppiren, und so schuf der grübelnde und bilderreiche Geist des Aegypters sich eine ägyptische Welt, in deren Mitte der Nil floß, dieser Strom, der freilich mit größerem Recht als andere für die Lebensader einer, wenn auch kleinen, so doch ganz eigenartigen und wohlumgrenzten, vom Sand und Fels der Wüste sicher eingehegten Welt gelten konnte. Sind wir so weit darüber hinausgeschritten? Betrachten wir nicht noch immer in unserem Gefühle, selbst ohne es zu wollen, das Volk, dem wir angehören, die Heimath, in der unsere Wiege steht, als den Mittelpunkt der ganzen Welt? Wir haben uns ja auch erst dazu erziehen müssen, zu erkennen, daß oft nicht die thatsächliche Wichtigkeit, sondern nur die Intensität der Gefühle, die sich an diesen Ort heften, ihm eine so große Rolle, eine hohe und centrale Stellung in unseren Gedanken zuweist.

So wie nun mit fortschreitender Reife des Denkens, mit immer größerer Erweiterung des Gesichtskreises auch diese im günstigen Sinn egoistische Gruppirung der Welt um uns und unsere Nächsten herum einer gerechteren Nebeneinanderordnung Platz zu machen hat, so müssen wir auch diese beschränkten Weltbilder, die jene in ihrem Wissen noch kindlichen Völker sich entwarfen und an die sie glaubten, als die ganz natürlichen Erzeugnisse einer jugendlich bilderfreudigen Weltanschauung beurtheilen. Ihr Erfahrungskreis war ebenso eng als ihr Wunsch weit war, sich, wenn ich so sagen kann, geistig in der Welt einzurichten, es sich im Bekannten durch Abgrenzung des Unbekannten behaglich zu machen.

Wie interessant müßte es sein, im Einzelnen den Rückwirkungen nachzuforschen, welche jeder von diesen nationalen Weltkreisen auf das Volk üben mußte, das in ihm sich abschloß, in ihm seine ganze Welt fand! Wie verschieden muß schon durch diese Beschränkung das Geistesleben der alten Völker, wie einseitig muß es gewesen sein, aber auch wie viel tiefer angeregt durch das Wenige, was es in solchen engen Grenzen auf sich wirken ließ! Es ist das eine von jenen geschichtlichen Beziehungen, welche der Geographie ein

Digitized by Google

so hohes menschliches Interesse verleihen. Sie vermag Räthsel aufzuhellen, welche die Geschichte der Menschheit nie für sich allein lösen kann, so lange sie nur den Menschen und nicht auch seine Wohnstätte in Betracht zieht.

Wie kam man zuerst dazu, aus diesem Bilde, das so ganz zu befriedigen schien, zur Kugelgestalt fortzuschreiten, die so viel schwerer zu fassen, für den Unbefangenen so viel weniger wahrscheinlich, für den Zweifler so leicht anzuzweifeln war? Legte jene, wenn auch nicht einleuchtende, so doch sympathische pythagoräische Idee, daß die Kugelform als die vollkommenste die allein passende für dieses Lieblingsgeschöpf der Götter, die Erde sei, den Keim eines so sehr von der alltäglichen Anschauung sich entfernenden Gedankens? Oder sollten schon die Aegypter, die im Rechnen und Messen wahrscheinlich weiter waren als irgend ein Volk des Alterthums, aus gewissen Beobachtungen an der Erde oder am Himmel wissenschaftlich die Nothwendigkeit erkannt haben, daß die Erde als Kugel zu betrachten sei? In diesem Falle würden die Griechen, welche ja gewiß nahezu alle Keime und Grundlagen ihrer Wissenschaft aus Aegypten erhielten, auch diese Erkenntniß von dort überliefert erhalten haben. Es scheint dafür zu zeugen, daß jener geheimnißvolle Weise des 6. Jahrhunderts v. Chr., Pythagoras, den man in Griechenland für einen der Eingeweihten ägyptischer Mysterien hielt, der Erste gewesen sein soll, der in Griechenland die Lehre verkündete, daß die Erde nicht eine Scheibe, wie Homer und Hesiod sie besungen und beschrieben, sondern eine Kugel sei. Ich darf dabei wohl vorübergehend hervorheben, daß diese Männer nicht nur als die Sänger großer und schöner Thaten, sondern auch als die Verkündiger hoher Wahrheiten verehrt wurden. In jener Zeit waren Poesie und Wissenschaft noch nicht von einander geschieden, die Gesänge der Ilias und Odyssee und die Lehrgedichte des Hesiod umschlossen nicht bloß was schön, sondern auch was gut und wahr galt, und die ganze alte Kultur hat besonders in Homer nicht nur den ersten großen Dichter, sondern auch den ersten Geschichtschreiber und Geographen gefeiert. Wußte doch der größte beschreibende Geograph des Alterthums, Strabo, sein großes Werk nicht besser zu beginnen, als mit der Anerkennung Homer's als des Ersten und

Digitized by Google

Aeltesten unter den griechischen Geographen! Die Lehre des Pythagoras hat sich daher nicht rasch verbreitet, sondern blieb Jahrhunderte hindurch eine Ansicht, die wie irgend eine andere Lehre jener alten Philosophen, die immer Dichter und Denker zugleich waren, von Einigen geglaubt, von Anderen verworfen ward. Auch das ist hierbei wohl zu erwägen, daß eine solche neue Lehre nicht vereinzelt gelehrt und nicht vereinzelt gelernt wurde, sondern daß sie eben immer den Theil eines großen Systems bildete, ohne welches sie vielleicht gar keinen Halt hatte. Jene alten Philosophen, wie Pythagoras, Anaxagoras, Herakleitos, suchten nicht wie unsere modernen Denker und Forscher vereinzelte Wahrheiten, sondern ihr hohes Ziel war der Aufbau großmächtiger Gedankengebäude, die ein treues, aber geordnetes geistiges Abbild des Göttlichen und Menschlichen, des Himmels und der Erde, des Leibes und der Seele sein sollten. Was einem Denker in der äußern Welt und in der, die er in sich trug, trüb und verwirrt erschien, sollte in einem solchen philosophischen System geläutert und damit verständlich, begreiflich sein.

So haben auch Pythagoras und seine Schüler die Kugelgestalt der Erde als eine Folge der allgemeinen Harmonie gelehrt, welche nach ihnen in der Welt herrscht. Zehn Sphären, vollkommenste Gestalten, bewegen sich um ein Urfeuer und erzeugen die Sphärenharmonien durch ihre schwingenden Bewegungen, die sie ebenfalls wieder in der vollkommensten aller Linien, der des Kreises ausführen. Dieser Sphären eine ist die Erde. Man möchte sagen, die Erde mußte rund sein, wie würde sie sonst in dieses schöne System gepaßt haben, das mit seiner rührenden Zuversicht auf die Vollkommenheit alles Geschaffenen der liebenswürdigste, anmuthendste aller jener Versuche ist, die der noch unenttäuschte und noch zuversichtliche Geist des heranwachsenden Griechenvolkes zur Lösung des Welträthsels anstellte [1])? Dieses poetischste aller philosophischen Systeme, welches auch mit vollem Rechte den

[1]) Aber nicht alle Pythagoräer hielten die Kugel für das Vollkommenste, sondern Einige sollen sie für einen Würfel und das Weltall für ein Dodecaeder, eine der schönsten Krystallformen, erklärt haben.

Digitized by Google

Namen „Kosmos", Schmuck, auf seine Welt zuerst anwendete, ist aus politischen und religiösen Gründen nicht von tieferer Bedeutung für jene Werdezeit des 6. und 5. vorchristlichen Jahrhunderts geworden. Es blieb eine Idee unter anderen Ideen. Auch Anaximander lehrte es, ein Zeitgenosse des Pythagoras, aber Anaxagoras, jener große Weise des 5. vorchristlichen Jahrhunderts, zu dessen Schülern ein Perikles und Thukydides gehörten und dessen Freundschaft Sophokles und Sokrates suchten, hielt an der homerischen Erdvorstellung, an der Scheibe mit dem ringsumfließenden Okeanos fest, und Herodot sogar, dessen ausgedehnte Reisen ihm einen räumlich weiteren Gesichtskreis als allen seinen Zeitgenossen verliehen, hat sich von dieser Vorstellung noch nicht befreit. Tacitus hegte dieselbe und im frühen Mittelalter wurde die Scheibenform der Erde eine Zeitlang zu den unbestrittenen Dogmen gezählt; doch sprach man damals wohl auch von einer glockenförmigen Erde. Erst Aristoteles hatte indessen bereits einen thatsächlichen Beweis für die Kugelgestalt der Erde zu führen gesucht, indem er die runde Form des Erdschattens bei Mondfinsternissen hervorhob und geltend machte, daß nur ein kugelrunder Körper im Stande sein könne, unter allen Verhältnissen einen völlig kreisrunden Schatten zu werfen. Dem Ptolemäus (2 Jahrh. n. Chr.) verdankt man den anderen Beweis, der nicht gerade die Kugelgestalt, aber doch die Krümmung der Erdoberfläche außer Zweifel stellte, daß nämlich der Schiffer, der von der hohen See her dem Lande sich nähert, zuerst die Gipfel des Küstengebirges, dann seine Abhänge und zuletzt das Gestade selbst erblickt, während von einem Schiffe, das auf das hohe Meer hinausgeht, man zuerst den Rumpf, dann den Mittelstheil, dann die äußersten Spitzen der Masten aus dem Gesichte verliert. Das sind alles Erscheinungen, welche sich nur erklären lassen unter der Annahme, daß die Meeresfläche ebenso wie die ganze Erdoberfläche gekrümmt sei. Noch andere Beweise führen ins Alterthum zurück.

Wäre die Erde eine Scheibe, so müßten wir überall auf ihr dieselben Sterne beobachten. Statt dessen sehen wir neue Sterne vor uns auftauchen, wenn wir z. B. von Norden nach Süden reisen und solche, die wir bisher unveränderlich im Norden gesehen hatten, hinter uns ver-

Digitized by Google

sinken [1]). Ebenso müßte für die auf einer Scheibe wohnenden Menschen die Sonne zu einer und derselben Zeit aufgehen. Bekanntlich ist das aber nicht der Fall, sondern man findet im Gegentheil, daß große und regelmäßige Unterschiede in der Aufgangszeit der Sonne sich finden (und ebenso in der Zeit des Unterganges), wenn wir von Westen nach Osten gehen. Wir wohnen z. B. in München unter 29° 16′ östl. L. von Ferro, und Wien liegt unter 34° 2′ — also um nahezu 5 Längegrade weiter östlich und die Sonne erscheint den Wienern 20 Minuten früher als uns, geht aber auch früher wieder für dieselben unter. Dasselbe wiederholt sich auf der ganzen Erde von einem Pole bis zum anderen: Den östlicher wohnenden geht die Sonne früher auf als den westlicheren. So hat also Wien früheren Sonnenaufgang als München, aber späteren als Pest; sie erscheint in Berlin früher als in Paris, in Paris früher als in London, in London viel früher als in dem 70° westlicher liegenden New-York oder Philadelphia. Die Krümmung der Erde ist es, welche diese Unterschiede in der Zeit des Sonnenaufgangs und Sonnenunterganges erzeugt. Und daß diese Krümmung nicht etwa eine zufällige oder unregelmäßige, sondern die gleichmäßige Krümmung der Oberfläche einer Kugel sei, das sehen wir daran, daß je zwei Orte, die gleichweit von einander östlich oder westlich entfernt sind, überall auf der Erde einen gleichen Zeitabstand im Sonnenaufgang und Untergang zeigen. So hat z. B. Paris um 40 Minuten später, Orsowa an der Donau um 40 Minuten früher Sonnenaufgang als Leipzig und bei der Messung findet man, daß Paris 10 Längengrade westlich, Orsowa 10 Längengrade östlich von Leipzig gelegen ist; jenes liegt ungefähr unter 20°, Orsowa unter 40°, Leipzig unter 30° östlicher Länge von Ferro. Jedem Unter-

[1]) Natürlich wächst die Ausdehnung jenes scheibenförmigen Theiles der Erde, welchen wir überblicken, mit der Erhebung unseres Standpunktes. Vom Gipfel des Großglockner sieht man ringsum $29^3/_5$ geogr. Meilen. Steht der Beobachter auf einer Fläche, so wird der Gegenstand um so sichtbarer, je höher er ist. Ein Leuchtthurm von 8 Meter, einer häufig bei Constructionen dieser Art vorkommenden Höhe, wird auf der See aus 5 geogr. Meilen Entfernung gesehen.

Digitized by Google

schied der östlichen oder westlichen Länge von 1° entsprechen 4 Minuten Zeitunterschied.

Der greifbarste Beweis für die Kugelgestalt der Erde blieb jedoch jenem großen Jahrhundert der Entdeckungen, dem 16. unserer Zeitrechnung, vorbehalten, in dem sich die Entdecker auf der durch Columbus und Vasco de Gama neu aufgethanen Straße oceanischer Entdeckungsreisen wahrhaft drängen, so daß keine Zeit so reich an großen, umfassenden, höchst folgenreichen Entdeckungen neuer Länder, Inseln und Meere ist wie diese. Magelhaës (Magellan) drang im Jahr 1519 vom atlantischen Meere durch die nach ihm benannte Straße in den Stillen Ocean ein, durchfuhr diesen in der Quere, entdeckte die Marianen und Philippinen, wo er zwar selbst den Tod erlitt, von wo aber über die Molukken und den indischen Ocean eines seiner Schiffe den Heimweg nach Spanien fand, welches es im Herbst 1522 erreichte, um die große, damals in ihrem vollen Werthe noch nicht gewürdigte Entdeckungsthat des kühnen Portugiesen zu verkünden. Die erste Weltumsegelung war damit vollendet.

Die Menschen hatten sich kaum beruhigt bei dem Gedanken, daß ihre Erde eine Kugel sei, so wurde auch schon die reine Kugelform, die man mit jenem nach dem Einfachsten in solchen großen Dingen immer zuerst greifenden Instinkte als sicher angenommen hatte, wieder in Frage gestellt und zwar mit Erfolg. Newton wies nach, daß die Form der Erde sich jener Gestalt annähere, welche eine Flüssigkeitskugel, die sich frei um sich selbst bewegt, z. B. ein Tropfen Oel, der im Wasser schwimmt, oder ein Fetzen Lava, der von einem Vulkan ausgeworfen durch die Luft fliegt, in Folge eben dieser Bewegung annehme — nämlich eine an zwei entgegengesetzten Enden abgeplattete und zwischen denselben geschwellte Gestalt. Theils theoretische Betrachtungen, theils Beobachtung hatten ihn zu dieser Annahme geführt, welche bald nur einfach bestätigt werden konnte.

Man weiß, daß die Schwerkraft in einer Kugel von gleichmäßiger Beschaffenheit den Mittelpunkt einnimmt. Alle einzelnen Theilchen streben nach diesem Mittelpunkte hin und werden durch dieses Bestreben daran gehindert, auseinander zu stäuben. Aber wenn nun eine Kugel sich um sich

Digitized by Google

selber bewegt, wie es die Erde thut, so erhalten gewisse Theilchen derselben ein starkes Bestreben, sich von dem Schwerpunkte zu entfernen und können bei sehr heftiger Bewegung sogar losgeschleudert werden. Diese Tendenz, welche man einer Kraft zuschreibt, die Fliehkraft oder Centrifugalkraft genannt wird, ist am geringsten in denjenigen Theilen der Kugel, welche bei der Umdrehung die kürzesten Wege zu durchlaufen haben und am größten in jenen, welche die weitesten Wege machen müssen. Die kürzesten Wege werden an den sog. Polen, d. h. an den Endpunkten der Linie, um die sich die Erde dreht, die längsten am Aequator gemacht, der gerade in der Mitte der beiden Pole, gleichweit entfernt von beiden, gelegen ist. Daher wird die Schwerkraft, welche Alles in der Kugelform zu erhalten strebt, am meisten zurückgedrängt am Aequator und es findet dort eine Anschwellung statt, während an den Polen eine Abplattung beobachtet wird, welche mit dieser Anschwellung zusammen aus der Erde das macht, was man ein Rotations-Sphäroid nennt, d. h. diejenige gedrückte Gestalt, welche eine nachgiebige Kugel immer annimmt, wenn sie mit einiger Schnelligkeit im freien Raume um sich selbst sich dreht. Diese Abplattung beträgt $^1/_{299}$ des Erddurchmessers, d. h. nahezu 6 geogr. Meilen. Die dadurch entstehende Unregelmäßigkeit der Kugelgestalt unserer Erde scheint nicht stark genug zu sein, um die Erscheinungen, welche wir an der Erde beobachten, wie z. B. Vertheilung von Land und Wasser, Klima und Verbreitung der Organismen in merklicher Weise zu beeinflussen. Es ist wenigstens bis jetzt nicht gelungen, einen von daher rührenden Einfluß nachzuweisen. Dagegen ist es möglich gewesen, nicht bloß den Einfluß dieser Unregelmäßigkeit auf die Schwerkraft durch Experimente nachzuweisen, sondern auch die Abplattung selbst durch die genauesten Messungen über allen Zweifel zu erheben. Man hat, wie zu erwarten, bei den Messungen gefunden, daß die Oberfläche der Erde am Aequator gewölbter ist als an den Polen und diese Thatsache ist von praktischen Consequenzen gewesen, welche es verdienen, daß man sie hervorhebt. Man hat nämlich bei den ersten Messungen, welche um das erste Drittel des vorigen Jahrhunderts Frankreich in Lappland und Peru, also in polaren und äquatorialen Regionen anstellte,

Digitized by Google

diese Wölbung und dem entsprechend auch die Abplattung für etwas zu groß angenommen. Nun ist aber auf diese Messungen das Metersystem und zwar in der Weise basirt worden, daß man den 4. Theil eines Erdumfanges, vom Aequator zum Pol gemessen, oder einen Erdquadranten, also ¼ Kreis, zu Grunde legte und denselben in 10 Millionen Theile theilte. Jeder von diesen Theilen, also der zehnmillionte Theil eines Erdquadranten, ist 1 Meter groß. Man glaubte damit eine untrüglich sichere Grundlage für eine von historisch überkommenen veränderlichen Größen unabhängige Maßeinheit gefunden zu haben, und in der That hat sich ja bekanntlich diese Einheit, der Meter, mit der Zeit zu einem wahrhaft kosmopolitischen Maße erhoben. Es fehlt ihm aber thatsächlich diese sichere Begründung, denn er ist größer als der 10,000,000te Theil des Erdquadranten, da auf einen Viertelkreis der Erde, vom Aequator zum Pol gemessen, nicht 10 Millionen in runder Summe, sondern 10,000,856 Meter gehen.

Die Unebenheiten der Erdoberfläche, welche wir in Gestalt von Gebirgen und Hochebenen sich erheben sehen, sind noch viel weniger als die Abplattung im Stande, die Kugelgestalt der Erde in praktisch folgenreicher Weise zu verändern. Die höchsten Gipfel, die man kennt, jene Bergriesen in den südasiatischen Gebirgen, erheben sich nur wenig über 8000 Meter über die Erdoberfläche, also etwas mehr als eine geogr. Meile. Wie geringfügig sie im Verhältniß zur Gesammtmasse sind, mag dieß eine lehren, daß sie auf einer Erdkugel von 1 Meter Durchmesser nur als Erhöhungen von 1 Millimeter aufgetragen werden dürften, um in demselben Verhältniß wie in der Natur sich darzustellen. Auf unseren größten Weltkugeln würden diese sehr flachen Runzeln, denn mehr sind in Wirklichkeit auch unsere höchsten Gebirge nicht, kaum merklich sein. Man begreift, daß solche unbedeutende Unebenheiten keinen wesentlichen Einfluß auf die Gesammtform der Erde im Großen und Ganzen zu üben vermögen. Wie geringfügig wir Herren und Herrinnen der Schöpfung aber selbst im Vergleich zur Größe unseres Planeten sind, der ja seinerseits selbst wieder nur einer der kleineren unter den Körpern unseres Sonnensystems ist, das mag eben die geringe verhältnißmäßige

Digitized by Google

Höhe dieser selben Gebirge beweisen, die wir unsererseits, von unserem Standpunkte aus, nicht bloß für großartig halten, sondern welche auch in Wirklichkeit einen tiefgehenden Einfluß auf die Geschichte und die Zustände des Menschengeschlechts von je zu üben vermochten und noch heute üben.

III.

Die Bewegungen der Erde und die Tages- und Jahreszeiten.

Wer bewegt sich: die Sonne oder die Erde? Schwierigkeit und Größe des Problems. Werth einer sehr sicheren sinnlichen Erfahrung. Beweise für die Erdbewegung. Die Drehung der Erde um sich selbst. Beweise: Fallversuch. Erdgestalt. Pole und Aequator. Tageszeiten. Verlust oder Gewinn eines Tages bei Weltumsegelungen. Bahn der Erde um die Sonne. Jahreszeiten. Wende- und Polarkreis. Der Mond und die Finsternisse.

Diese Kugel von 5400 Meilen Umfang, 1719 Meilen Durchmesser, 9,260,000 □Meilen Oberfläche und $2\frac{3}{5}$ Milliarden Cubikmeilen Inhalt hat eine zweifache Bewegung, nämlich um sich selbst und um die Sonne. Alle Planeten haben diese beiden Bewegungen um sich selber und um ihren Centralkörper, um die Sonne. Die Bewegung um sich selbst beobachten wir auch an der Sonne, welche im Uebrigen in Mitte des Planetensystems ruhig zu stehen scheint; ob aber nicht sie und mit ihr das ganze Sonnensystem sogar auch eine fortschreitende Bewegung im Raume habe, welche sie um einen unbekannten Mittelpunkt schweben lasse, kann man nicht bestimmt verneinen.

Diese Bewegungen der Erde widersprechen der alltäglichen Beobachtung vielleicht noch mehr als die Kugelgestalt, und es hat in der That noch mehr Mühe gebraucht, um ihr

Digitized by Google

wahres Wesen aufzuklären. Wenige Entdeckungen haben so schwere Geisteskämpfe erregt, wenigen hat sich ein gleich breiter und schwer übersteigbarer Damm von Vorurtheilen und Mißverständnissen entgegengethürmt. So lange man die Erde als Scheibe auffaßte, war es nicht anders möglich, als daß man sie auch ruhend dachte. Die Scheibe ist eine ebenso natürliche Form des Ruhens, wie die Kugel der Bewegung. Die Sonne dachte man sich bald als Kugel, bald als Krystalllinse. Sie ging am östlichen Rand der Erde, bei Indien, auf und dort war es daher am wärmsten; sie ging am westlichen, hinter dem Atlas und den Säulen des Hercules, unter und hier war es daher am kältesten. Sie war also nur für die Erde da. Dieser Auffassung der Sonne als einer Art von Privatgestirn der Erde entspricht es vollkommen, wenn man ihr Eigenschaften beilegte, welche uns, die in ihr den mächtigsten und centralen Körper des Sonnensystemes sehen, nicht wohl zu vereinbaren scheinen mit ihrer Großartigkeit und ihrer herrschenden Stellung. Konnte doch Herodot, dieser scharfe und doch für uns so naive Beobachter glauben, die Sonne könne durch beständig wehende Nordwinde aus ihrer Bahn geworfen und bis in das hintere Libyen vertrieben werden, ja sie könne sich von ihrem Sitze am Himmel ganz verlieren und verschwinden. Auch die Pythagoräer, welche lehrten, daß ein unsichtbares Centralfeuer, im Mittelpunkte ihres Kosmos gelegen, auf die krystallene Sonne scheine und diese wärmend und leuchtend mache, die ihrerseits dann durch Widerschein die Erde erwärme und erleuchte, ließen zwar die Erde sich drehen, aber nicht um die Sonne, sondern mit ihr um das Centralfeuer. Ein Schüler des Plato, Heraklides von Pontus, soll zum ersten Mal die drehende Bewegung der Erde angenommen haben, um damit die tägliche Bewegung der Gestirne zu erklären und von ihm wird auch berichtet, daß er die Planeten Venus und Mercur als Trabanten der Sonne aufgeführt habe. Aristoteles (4. Jahrh. v. Chr.) sprach die heliocentrische Idee zum ersten Mal mit voller Sicherheit aus und diese selbe Idee tauchte gewiß in vielen der scharfsinnigen Mathematiker- und Philosophenköpfe des Alterthums auf. Sie lag zu nahe bei den großen Schwierigkeiten, welche bei fortschreitender Erkenntniß der Einzelheiten

Digitized by Google

des gestirnten Himmels und seiner Bewegungen sich der Erklärung auf Grund der feststehenden Erde und der sich bewegenden Sonne entgegenstellen. Es dauerte 2 Jahrtausende, von ihrem ersten Auftauchen an gerechnet, bis sie als unerschütterlich fest fundirte Theorie Geltung erlangte. Welche Arbeiten, welche Kämpfe waren nothwendig, bis auch nur die besten Köpfe in dieser langen Reihe menschlicher Geschlechter sich der Wahrheit öffneten! Und wie schwankend sind noch heute in Vielen, die um uns leben, die Vorstellungen, die an die Bewegung der Erde sich heften!

Daß die Erde sich in 24 Stunden um sich selber drehe und in 365 Tagen 5 Stunden 48 Minuten und 46 Sekunden um die Sonne herum bewege, sind zwei Annahmen, welche ebenso fundamental als der thatsächlichen Anschauung schwer zugänglich sind. Nichts scheint sinnlich so klar, so völlig unanzweifelbar als die Bewegung der Sonne und anderer Himmelskörper um die Erde, nichts scheint so gewiß, als daß diese Erde, auf deren Festigkeit sich ja so viel von der Form und Art unseres Lebens gründet, die wir in tausend Bildern als das Höchste von Unveränderlichkeit ansprechen, wirklich auch fest im Weltraum stehe. Wenn auch die Gestalt der Erde sich so ganz anders erweist, als der alltägliche Augenschein zu zeigen scheint, so sind wir doch in dieser Beziehung, wo vor der Größe unseres Planeten die Geringfügigkeit unseres Erfahrungskreises so stark uns zum Bewußtsein kommt, von der Trügerischkeit dieses Augenscheines nicht schwer zu überzeugen. Aber die Bewegung der Sonne um die Erde sehen wir zu klar, den Glauben an das Feststehen unseres Planeten erschüttert keine einzige von den Thatsachen, welche unserer Beobachtung zugänglich sind und wenn wir beide als Täuschungen erkennen sollen, kann es nur vermöge wissenschaftlicher Abstraktionen geschehen. Aber man kann sagen, daß nächst jener Zumuthung der Philosophen, welche uns zu überzeugen suchen, daß die Welt, sowohl die, welche uns umgibt, als der Mikrokosmos, der wir selber sind, eigentlich gar nicht existire, sondern bloß aus täuschenden Bildern, aus Seifenblasen bestehe, die unser Geist steigen und platzen lasse, daß nächst diesen keine Aufgabe von gleicher Unbegreiflichkeit uns zugemuthet werde als die, welche uns heißt, das regelmäßigst

Digitized by Google

bewegliche im Weltraum, die Sonne, als fest, und das unerschütterlichste, den Boden, auf dem wir stehen, als beweglich aufzufassen. Nichts ist natürlicher, als wenn man angesichts einer solchen widersinnig erscheinenden Zumuthung sich nicht beruhigen will bei einem dogmatischen: So ist es, so sagen die Wissenden, so muß es sein — sondern vielmehr die Frage aufwirft: Welche außerordentlich schwerwiegenden, siegreichen Gründe können uns zwingen, dem Vertrauen auf die Gesundheit unserer Sinne und die Treue unserer Wahrnehmungen soweit zu entsagen und das als wahr anzunehmen, von dessen Wirklichkeit keine sachliche Beobachtung uns zu überzeugen vermag?

Ich will es versuchen, diese Frage zu beantworten. Zunächst ein Wort über die Sicherheit unserer Erfahrung. Die sinnliche Wahrnehmung lehrt uns allerdings in den meisten Fällen, einen Körper, der sich bewegt, von einem stillestehenden zu unterscheiden. Aber wir haben doch Gelegenheit genug, besonders in dieser Zeit des raschen und leichten Reisens, zu lernen, daß solche Wahrnehmung nicht ganz untrüglich ist. Wenn wir in einem Wagen fahren, der holpert und stolpert und uns schüttelt, verlieren wir keinen Moment das Bewußtsein, daß wir es sind, die sich bewegen oder vielmehr, die bewegt werden. Aber in einem Eisenbahnwagen, der fast unmerklich über die Schienen gleitet, ist dieses Bewußtsein viel weniger klar, wogegen in diesem Falle sehr oft die Täuschung eintritt, als ob unsere Umgebung sich an uns vorüberbewege, während wir selber stille ständen. Beim Rangiren der Züge auf einem Bahnhof hat Jedermann schon die Beobachtung gemacht, daß er glaubt, sein Zug bewege sich fort, weil ein nebenstehender sich vorbeibewegt. Solche Täuschungen sind unvermeidlich, denn wodurch wird in erster Linie in uns die Empfindung erregt, daß wir uns fortbewegen, sofern wir nicht körperlich unter der Bewegung leiden? Offenbar dadurch, daß die Umgebung sich ändert, an uns vorüberzieht. Dieser Wechsel der Umgebung kann aber auch dadurch geschehen, daß diese selber sich bewegt und in vielen Fällen, wo ein solcher Wechsel stattfindet, weiß man wirklich nicht, welches von den beiden geschehen ist, d. h. ob wir oder unsere Umgebungen sich bewegt haben. Deßhalb

Digitized by Google

ist es auch ganz und gar nicht so sicher und zweifellos, wie es in dieser Hinsicht mit unserem Verhältniß zur Sonne steht: So gut wie mit einem Eisenbahnzug oder einem Dampfschiff kann uns auch mit der Sonne die Täuschung passiren, daß wir meinen, sie bewege sich, während wir es sind, die uns bewegen. Und um so leichter ist dieß möglich, als wir außer der Ortsveränderung gar keinen Beweis für die Bewegung, sei es der Sonne oder der Erde, haben. Im Eisenbahnwagen lehrt uns das Rollen der Räder, im Dampfboot das Stampfen der Maschine, wenigstens wenn wir darauf aufmerken, ob wir in Bewegung sind oder nicht. Aber bei der Sonne und der Erde fehlt uns dieser Beweis ganz. Der Dichter singt wohl von der Sonne: Und ihre vorgeschriebene Reise vollendet sie mit Donnergang. Aber nur geistige Ohren haben diesen Donnergang vernommen.

Wir haben keinen anderen Beweis für das Stattfinden einer Bewegung als die Ortsveränderung: Die Sonne verändert ganz allmählich ihre Stelle am Himmel während jedes Tages, sie beschreibt einen Bogen von Ost nach West. Wir sagen: Sie bewegt sich. Nach dem eben Gesagten muß man aber zugeben, daß diese Thatsache uns zu weiter nichts berechtigt als zu der Annahme, daß einer von beiden Körpern, sei es Sonne oder Erde, seinen Ort verändere, sich bewege. Welcher von beiden aber es sei, der sich bewege, das können wir zunächst nicht sagen, weil uns jede andere Wahrnehmung abgeht.

Die erste Möglichkeit, diese Frage zu beantworten, kann man im Vergleich der Erde mit andern Gliedern des Planetensystems finden. Es ist unzweifelhaft, daß die Planeten, diese Schwestergestirne unserer Erde, sich um die Sonne bewegen. Das Alterthum nahm freilich an, daß sie mit der Sonne um die Erde kreisen, aber je weiter die Beobachtung in die Tiefen des Sternenhimmels vordrang, um so unmöglicher erwies sich diese Annahme und aller Scharfsinn, den man anwandte, um die thatsächlichen, zum Theil so sehr verschlungenen Bahnen der Planeten mit dieser sog. geocentrischen, d. h. die Erde zum Mittelpunkt nehmenden Ansicht zu vereinigen, brachte es zu nichts als zu immer feiner ausgetifteltem, mit immer größerem Aufwand von Phantasie aufgebauten Systemen.

Digitized by Google

Den Schwierigkeiten wurden diese Gedankendinge nur scheinbar gerecht und es war besonders Eine Schwierigkeit, die man mit der Annahme der feststehenden Erde nie zu lösen vermochte, nämlich das scheinbare Annähern und Entfernen der Planeten. Drehten sie sich in Kreisen um die Erde, so mußten sie immer gleichweit von derselben entfernt sein. Nun hat es aber oft den Anschein, als ob sie sich eine Strecke weit von der Erde entfernten, dann stehen blieben und wieder zurückkehrten. Man kann sich das vielleicht versinnlichen, wenn man sich einen Reiter vorstellt, der in einer großen Entfernung von uns in großen Kreisen oder Ellipsen herumreitet. Bei jedem Umwenden wird es uns scheinen, als bleibe er eine Zeit lang stehen, dann nähert er sich uns wieder, scheint wieder einige Momente auf demselben Flecke stehen zu bleiben und entfernt sich neuerdings wieder und so fort.

Eine andere Schwierigkeit that sich auf, als man die verschiedenen Entfernungen der Gestirne von der Erde kennen lernte und die Verschiedenheit ihrer Größe. Die Sonne und die Sterne, die in 24 Stunden einen Kreis um die Erde zu beschreiben scheinen, müßten mit um so größerer Geschwindigkeit sich bewegen, je weiter sie von der Erde entfernt sind, und diese Geschwindigkeiten würden schon bei den ferneren Planeten, noch mehr bei der Sonne und am meisten bei den Sternen zu enormer Größe anwachsen, die ein menschlicher Geist gar nicht zu realisiren vermag. Und dann als man sah, um wieviel z. B. die Sonne größer ist als die Erde, lag die Frage sehr nahe: Ist es denn wahrscheinlich, daß der Riese um den Zwerg, der mächtigste Körper unseres Systems um einen der kleinsten sich bewegt? Ebenso als man die gewaltige Menge der Himmelskörper kennen lernte, erhub sich von selbst die Frage: Warum sollen die Tausende und Millionen von Gestirnen sich alle um diesen einen, einzigen, kleinen Planeten Erde drehen? Was hat denn dieser Auszeichnendes an sich, das ihn zu solcher beherrschenden Rolle im Weltall berufen sollte? Die klar denkenden, von Vorurtheilen freien Geister mußten sich sagen, daß alle Wahrscheinlichkeiten *gegen* die centrale und ruhende Stellung der Erde sprechen und als erst einmal ein Einziger, der alle bisherigen Systeme und Meinungen ebenso gut kannte wie

Digitized by Google

den Sternenhimmel selbst, das Wort auszusprechen wagte, daß die Erde als ein Planet unter und mit den andern Planeten sich um die Sonne bewege, da erhellten seine Worte die Verwirrung der bisherigen Theoreme wie ein Blitz, man sah nicht eine, sondern hundert Schwierigkeiten und Zweifel auf einmal gelöst und an Stelle der schwerverständlichen, höchst complicirten Systeme der Alten und des Mittelalters — ich führe beispielsweise nur an, daß einzelne Astronomen mehr als 50 krystallene Sphären oder Hohlkugeln um die Erde herum angenommen hatten, um den verwickelten Gang der Sonne, Planeten und Sterne um die Erde zu erklären, und daß andere diesen nur unter der Annahme sich klar zu machen vermochten, daß alle Planeten in Schraubenlinien sich um die Erde herum quälten — ich sage, an Stelle dieser schwerfälligen und schwerverständlichen Systeme trat eine einfache, durchsichtige Ordnung, die eben um ihrer Einfachheit willen schon viel mehr den großen Verhältnissen zu entsprechen schien, welche wir im Weltraum wahrnehmen, die eines großen Schöpfergeistes so viel würdiger zu sein schien, als jenes Flickwerk des ptolemäischen Weltsystems, an welches das spätere Alterthum und das Mittelalter glaubten und das uns jetzt nicht anders als wie eine sehr schlechte, stümperhafte Maschinerie erscheint, an der jeden Augenblick eine Schraube los ist und in welche eine helfende Hand nicht müde wird, reparirend und corrigirend einzugreifen.

Es handelt sich nun bei der Erde um zweierlei Bewegungen — eine um sich selbst, die andere um die Sonne. Die Bewegung um sich selbst, oder, wie man sich auch ausdrückt, um ihre eigene Axe, oder wie man sie mit einem dritten Ausdrucke nennt, die rotirende Bewegung vollzieht sich in 23 Stunden 56 Minuten. Es ist die Bewegung, welche das erzeugt, was wir einen Tag nennen, der wir den Wechsel von Tag und Nacht, die Bewegungen der Sterne am Himmelszelt, der Sonne Auf- und Untergang verdanken. Durch diese Bewegung werden jeden Tag nach und nach alle Theile der Erde der Sonne zugewandt und immer ist eine Hälfte von der Sonne beschienen, die andere im Schatten. Jene hat dann Tag und diese Nacht. Was die Beweise für diese Bewegung anbetrifft, so ist zunächst die Gestalt der Erde der

Digitized by Google

nächstliegende, denn die an den Polen abgeplattete, und zwischen den beiden Polen angeschwellte Gestalt ist diejenige, welche ein flüssiger oder halbflüssiger Körper in Folge der Drehung um sich selbst in allen Fällen annehmen muß. Ein anderer Beweis wird durch die Abnahme der Schwere von den Polen nach dem Aequator geliefert, welche großentheils eine Folge der Fliehkraft oder Centrifugalkraft ist. Bei Fallversuchen macht sich der größere Weg des Ortes, von dem aus ein Körper zur Erde fällt, dadurch bemerklich, daß der Körper etwas östlich, d. h. der sich drehenden Erde „voraus" fällt. Läßt man ein großes Pendel schwingen, so scheint dessen Schwingungsebene sich zu drehen: in Wahrheit ist sie unveränderlich und die Erde ist es, welche die Drehung bewirkte. Wir werden auch in den merkwürdigen und folgenreichen Ablenkungen der Luft- und Wasserströmungen der Erde Erscheinungen kennen lernen, welche anders nicht als nur durch die Drehung unseres Planeten zu erklären sind und insofern dieselbe mitbeweisen.

Durch die tägliche Bewegung der Erde um sich selber werden zwei Punkte und ein Kreis auf der Erde bestimmt, welche von der größten Wichtigkeit für die geographische Orientirung sind: die Pole und der Aequator. Die Drehung der Erde um sich selbst ist eine Axendrehung, d. h. eine Drehung um eine vorgestellte Linie, welche in unserem Fall durch den Mittelpunkt der Erde geht und die Erdkugel an 2 einander entgegengesetzten Punkten schneidet. Man nennt diese Linie die Erdaxe und diese beiden Schneidepunkte die Pole, und zwar bezeichnet man sie näher als die geographischen Pole. Einer von diesen Polen ist der Nordpol, der andere der Südpol. Mitten zwischen diesen beiden Polen zieht man einen Kreis um die Erde herum, den man Aequator (Gleicher) nennt, weil er die Erdkugel in 2 gleiche Theile, also in 2 Halbkugeln oder Hemisphären abtheilt. Diese beiden Punkte und der zwischen ihnen gezogene Kreis haben zunächst gar keine andere Bedeutung als die von geometrischen Punkten und Linien, welche die Orientirung auf der Oberfläche unseres Planeten erleichtern. Sie haben keine wirkliche Existenz, sind Gedankendinge, und es ist nur einer gewissen Wortarmuth oder vielmehr einer allerdings gerechtfertigten Scheu vor der

Digitized by Google

Schöpfung neuer Worte zuzuschreiben, wenn wir die Ausdrücke „Pol" und „Aequator" noch in zahlreichen anderen Bedeutungen anwenden. Es ist im Hinblick darauf nicht überflüssig, zu warnen vor der Verwechselung mit dem magnetischen Pol, der ebenfalls im Norden und Süden unserer Erde vorkommt. Man nennt so den Punkt, wo die Magnetnadel, die bekanntlich bei uns mehr oder weniger wagrecht deutet, in die völlig senkrechte Richtung übergeht, als fühle sie sich von einem Magneten angezogen, der dort in der Tiefe liege. Auf unserer nördlichen Erdhälfte liegt dieser Pol, der magnetische Nordpol, im nördlichsten Nordamerika auf der Halbinsel Boothia Felix. So spricht man auch von einem magnetischen Aequator. Aehnlich werden auch Kältepole unterschieden und Wärmeäquator. Diese Alle haben nur den Namen gemein mit den vollständig idealen, von jeder wirklichen Existenz losgelösten Punkten und Linien der Erdaxe, die wir geographische Pole und geographischen Aequator nennen.

Diese Bewegung der Erde um sich selbst geht von West nach Ost, deßhalb gehen uns Sonne und Sterne im Osten auf und im Westen unter, scheinen also den entgegengesetzten Weg zu machen. Darum finden wir auch ein allmähliches Vorrücken aller Tageszeiten und Stunden, wenn wir von West nach Ost, und ein entsprechendes Zurückbleiben, wenn wir von Ost nach West gehen (s. o. S. 19). Ueberall regulirt man die Uhren nach dem Stand der Sonne. Man nennt Mittag die Zeit, in der die Sonne den höchsten Stand über dem Horizont erreicht hat; wann sie aber an jedem Tage diesen höchsten Stand erreicht, das hängt ganz davon ab, wann sie aufgeht. So wie es in Wien jeden Tag früher Sonnenaufgang ist als in München oder Stuttgart, so ist es auch früher Mittag, und so ist es überhaupt frühere Zeit den ganzen Tag hindurch und jeden Tag im Jahr. Deßhalb scheint es uns, als ob unsere Uhren nachgingen, wenn wir von hier dorthin reisen. Es kommt einfach daher, daß Wien weiter östlich gelegen ist und deßhalb bei der täglichen Umdrehung der Erde um sich selbst früher der Sonne dargeboten wird, wenn ich so sagen kann, ihre Strahlen früher empfängt als wir oder Andere noch westlicher Wohnende.

Jene merkwürdige Erscheinung, daß man einen Tag zu

Digitized by Google

gewinnen scheint, wenn man in östlicher Richtung und zu verlieren, wenn man in westlicher Richtung um die Erde reist, hängt hiermit zusammen. Geht man von München aus nach Osten, so gewinnt man in Wien schon 20 Minuten, denn um soviel haben sie dort frühere Zeit. In Astrachan hat man 3 Stunden, in Sidney oder Melbourne nahezu ½ Tag gewonnen, und setzt man die Reise bis zum Ausgangspunkte fort, so beträgt der Gewinn am Ende 1 vollen Tag. Das kann nicht ohne Conflikt abgehen, denn wie soll es mit dem Datum stehen? Wir haben jetzt den 1. April Abends 6 Uhr, aber irgendwo im Stillen Ocean, wo man uns um 12 Stunden in der Zeit voraus ist, hat man gegenwärtig den 2. April Morgens 6 Uhr. Diese Unterschiede sind besonders für die Seefahrer unbequem, aber man ist seit lange übereingekommen, in unserer Antipodengegend entweder 1 Tag zuzufügen oder 1 zu überschlagen, je nachdem man durch eine Reise um die Welt von West nach Ost oder umgekehrt 1 Tag verloren oder gewonnen hat. Ein Schiff, das heute, aus Osten kommend, beim 180.° anlangt, läßt 1 Tag ausfallen, zählt also statt dem 1. gleich den 2. April; ein anderes, das, von West nach Ost segelnd, diesen selben Meridian überschreitet, setzt noch einmal den 31. März und erst morgen den 1. April.

Die zweite Bewegung der Erde ist die um die Sonne, welche im Laufe eines Jahres, d. h. in 365 Tagen 5 Stunden 49 Minuten sich vollzieht. Der Weg, den hierbei unser Planet macht, ist eine Ellipse, d. h. ein nach 2 Seiten regelmäßig verlängerter Kreis. Jede Ellipse hat 2 Brennpunkte. In dem einen derselben steht die Sonne und daher muß es geschehen, daß die Erde nicht immer gleichweit von der Sonne entfernt ist. Sie ist ihr einmal näher, das andere Mal ferner — sie ist einmal in der Sonnennähe, das andere Mal in der Sonnenferne. Dieser Unterschied ist von nicht unbeträchtlicher klimatischer Bedeutung, denn die Sonnennähe tritt am 1. Januar, die Sonnenferne am 1. Juli ein; wenn es sich umgekehrt verhielte, wären die Winter noch kälter und die Sommer noch wärmer, als sie ohnedieß sind. Viel wichtiger für die Erwärmung der Erde durch die Sonne ist aber die Lage der ersteren. Die Axe, um welche die Erde sich um sich selber dreht, steht nämlich nicht gerade, sondern schief zur Erdbahn,

Digitized by Google

behält aber immer die gleiche Lage bei. In Folge dessen kommen im Laufe des Jahres ganz verschiedene Theile der Erde in die Lage, in der sie von den Sonnenstrahlen in besonders wirksamer Weise erreicht werden, während andere

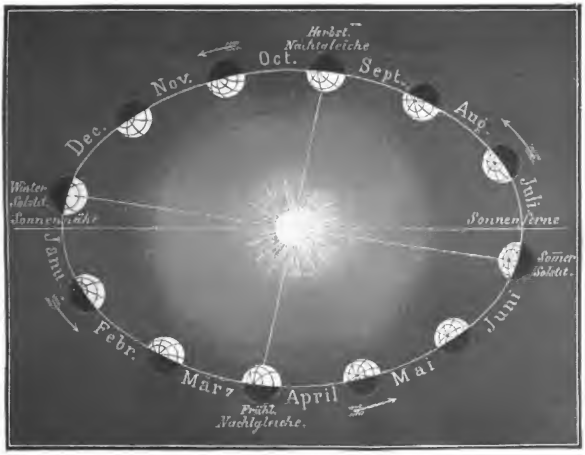

Fig. 2. Bewegung der Erde um die Sonne.

Zum Verständniß dieser Figur ist es nothwendig, sich die Ellipse, welche die Bahn der Erde darstellt, in horizontaler Lage oder liegend vorzustellen. Es begreift sich dann von selbst, daß bei immer in gleicher Richtung befindlicher Erdaxe dieselbe Seite der Erde im Juni erleuchtet und im December im Schatten ist und daß der Nordpol einmal ganz im Licht liegt und das andere Mal tief in die lange Polarnacht eingetaucht ist. Die Linie der Ellipse bildet gleichsam die Grenze zwischen Licht und Schatten. Was nach innen zu von ihr liegt, hat Tag, was nach außen liegt, Nacht.

Theile fast ganz dieser Wirksamkeit entrückt bleiben. Diese Wirkung ist am größten da, wo die Sonnenstrahlen senkrecht auffallen, d. h. wo die Sonne genau über den Köpfen der Menschen oder, wie man sagt, im Zenith steht, und sie ist

Digitized by Google

am kleinsten da, wo gar keine Sonnenstrahlen hingelangen, was einen Theil des Jahres hindurch in den Gegenden der beiden Pole stattfindet. Dazwischen liegen unzählige Abstufungen, welche theils als Verschiedenheiten der Zonen, theils als Unterschiede der Jahreszeiten erscheinen. Diese Unterschiede sind fast vollständig darauf zurückzuführen, daß die Erde die eben erwähnte schiefe Lage zur Sonne einnimmt und diese Schiefheit ist daher eine der wichtigsten Thatsachen, die wir von der Erde auszusagen haben. Stünde die Erde gerade in ihrer Bahn, so würde von einem Wechsel der Jahreszeiten keine Rede sein. Die Strahlen fielen senkrecht auf den Aequator und mit abnehmender Schrägheit auf die übrigen Theile der Erde. Es wäre unerträglich warm in den äquatorialen, ertödtend kalt in den polaren Gegenden der Erde und so wäre und bliebe es immer ohne merklichen Wechsel. Aber die Schiefheit der Stellung der Erde bewirkt es, daß in verschiedenen Zeiten des Jahres verschiedene Theile der Sonne zu-, in anderen von ihr abgewandt sind. Immer wird nur die eine Hälfte erleuchtet oder erwärmt, aber diese Hälfte ist nicht immer dieselbe, denn gerade weil die Lage der Erde immer dieselbe bleibt, während sie sich um die Sonne dreht, ändern sich im Laufe des Weges, den sie jedes Jahr macht, beständig die Theile, die der Sonne zu- und ebenso diejenigen, welche ihr abgewandt sind. Im Winter ist die nördliche Hälfte der Erde von der Sonne abgewandt und zwar sind die nördlichsten Theile ihr am fernsten und zwar so fern, daß sie zum Theil gar nicht von den Sonnenstrahlen erreicht werden. Sie gehören der unerleuchteten Hälfte an. Gleichzeitig sind die südlichsten Theile der Erde ihr vollständig zugewandt. Die nördliche Halbkugel, auf der bekanntlich wir wohnen, hat dann Winter, die südliche Sommer. Umgekehrt ist es in jener Zeit des Jahres, wo wir Sommer haben; denn nun ist es die nördliche Halbkugel, die der Sonne zu-, und die südliche, die von ihr abgewandt ist. Im Herbst und Frühling herrschen mittlere Zustände, indem dann die beiden Hälften der Erde mit Wärme und Licht der Sonne gleichmäßig bedacht werden.

Wenn man diese Veränderungen im Verhältniß der Erde zur Sonne aus dem Gesichtspunkte der ruhenden Erde an-

Digitized by Google

schaut, so wie sie uns erscheinen, so erblicken wir Folgendes: Innerhalb eines Gürtels, der um den Aequator der Erde herumzieht und nach Nord und Süd $23\frac{1}{2}^0$ über den Aequator hinausreicht, bewegt sich die Sonne im Laufe des Jahres in der Weise, daß sie im Juli den Menschen, die $23\frac{1}{2}^0$ nördlich vom Aequator wohnen, genau über den Köpfen oder im Zenith steht. Sie geht von hier nicht weiter nordwärts, mit anderen Worten: Sie erreicht keinen höheren Stand am Horizont für Alle, welche nördlich von hier wohnen, sondern geht von dieser Zeit an zurück, scheint sich zurückzuwenden. Sie geht nun immer weiter südlich, bis sie am 23. September genau über dem Aequator steht, so daß nun beide Erdhälften gleichviel Wärme und gleichviel Licht empfangen. Immer weiter geht sie nach Süden und erreicht am 21. December den südlichsten Punkt, wo sie noch senkrecht über der Erde oder im Zenith steht. Auch hier wendet sie nun wieder um und bewegt sich neuerdings nach Norden, wodurch sie am 21. März wiederum über den Aequator zu stehen kommt. Sie überschreitet aber den Aequator und geht nach Norden, wo sie am 21. Juni wieder an dem Punkte anlangt, von dem wir sie vor einem Jahre haben rückgehen sehen.

Die beiden Punkte nördlich und südlich vom Aequator, wo die Sonne auf ihrem Wege nach Norden, bez. Süden umzuwenden scheint, werden je durch einen Kreis bezeichnet, und diese beiden Kreise erhalten die Benennung **Wendekreise**, eben von diesem scheinbaren Umwenden der Sonne. Was zwischen ihnen liegt, heißt die Region der **Tropen**, welches Wort vom griechischen τροπή, Wendung, kommt, also denselben Sinn hat wie unser „Region der Wendekreise".

In dieser Region gibt es für jeden Ort zwei Zeiten im Jahr, zu welchen die Sonne im Zenith steht und immer steht sie sehr hoch über dem Horizont. Je weiter man sich aber von diesen Kreisen entfernt, um so weniger hoch steigt die Sonne und um so schiefer, d. h. um so unwirksamer werden ihre Strahlen, bis man endlich einen Punkt erreicht, an dem die Sonne eine Zeit des Jahres gar nicht mehr über den Horizont kommt.

Parallel diesen Kreisen zieht man in derselben Entfernung von den Polen, also $23\frac{1}{2}^0$, noch zwei andere Kreise,

Digitized by Google

auf jeder Halbkugel einen, und diese Kreise heißt man Polarkreise. Ihre Bedeutung liegt darin, daß jenseits von ihnen es eine Zeit des Jahres gibt, in denen gar keine Sonnenstrahlen nach der Gegend hingelangen, welche von ihnen eingeschlossen ist, während zu einer anderen Zeit die Sonne dort gar nicht mehr untergeht. Auch diese Eigenthümlichkeit ist wiederum einfach die Folge der schiefen Stellung der Erde. Durch diese schiefe Stellung kommt es, daß der Nordpol im Winter von der Sonne abgewandt ist, während der Südpol ihr in derselben Zeit beständig zugewandt bleibt. Vom 23. September bis 21. März ist in Folge dessen am Nordpol die Sonne nicht zu sehen, während sie in derselben Zeit für den Südpol nicht untergeht. Umgekehrt hat vom 21. März bis 23. September, also im Frühling und Sommer, der Nordpol beständig die Sonne, während der Südpol in derselben Zeit zur Sonnenlosigkeit verurtheilt ist. Dieß sind freilich die Extreme. Derjenige Punkt aber, an welchem in einer bestimmten Zeit des Jahres die Sonne auch nur 1 Tag nicht über den Horizont heraufkommt, um in einer anderen Zeit ebenfalls wieder 1 Tag nicht unterzugehen, liegt auf dem Polarkreis. Die Sonnenlosigkeit im Winter, die Sonnenbeständigkeit im Sommer wächst von hier an nach den Polen zu, bis endlich das andere Extrem des halbjährigen Tages und der halbjährigen Nacht am Pole selbst wiederum erreicht wird.

Die Dauer des Tages und der Nacht hängt demnach von der Stellung der Sonne ab. Steht sie gerade über dem Aequator, also über der Mitte unserer Erde, so ist die ganze ihr zugewandte Hälfte derselben im Licht, die abgewandte im Schatten. Die Erde ist zwischen Tag und Nacht gewissermaßen halbirt, die Nacht dauert 12 Stunden und ebensolang der Tag. Dieser Zustand ist der vorwaltende in den tropischen Regionen, wo Tag und Nacht in ihrer Dauer sich verhältnißmäßig wenig verschieden, er trifft bei uns in der Frühlings- und Herbstzeit, der Zeit der „Tag- und Nachtgleiche“ ein. Aber vom 21. März bis zum 21. Juni wächst von dieser Gleichtheilung an für uns, die auf der nördlichen Halbkugel wohnen, der Tag, bis er seine längste Dauer erreicht, die etwa 16 Stunden in unseren Breiten beträgt und um ungefähr ebensoviel nimmt er wieder ab bis zum 21. December.

Digitized by Google

IV.

Die festen Linien und Punkte auf der Erdkugel. — Die Zeitrechnung.

Horizont. Zenith und Nadir. Welt- und Erdaxe. Nord- und Südpol. Aequator. Wende- und Polarkreise. Parallelkreise und geographische Breite. Meridiane und geographische Länge. Breite- und Längenbestimmung. Die Himmelsrichtungen. Die Zeitrechnung.

Die beiden Bewegungen der Erde, die eine, welche sie um sich selber, und die andere, welche sie um die Sonne vollführt, erwecken den Anschein einer entsprechenden zwiefachen Bewegung der Sonne und des Sternenhimmels, welche wir auf der Erde Wohnenden in ähnlicher Weise wahrnehmen, wie wir in einem glattgehenden Eisenbahnzug uns ruhend glauben, während die Landschaft vorüberzubrausen scheint. Diese scheinbaren Bewegungen der anderen Himmelskörper um die Erde sind sehr regelmäßige und früh schon hat die gesetzmäßige Wiederkehr der Sonne und der Sterne dem menschlichen Geiste Mittel geboten, sich auf seinem Planeten zurechtzufinden, gewisse feste Punkte auf demselben zu bestimmen und die Zeit zu messen. Der Himmel hat der Erde Raumbestimmung, Maß und Zeit gegeben.

Zunächst Mittel der Raumbestimmung oder Orientirung. Wenn wir auf freier Ebene stehen, die ringsum den Blick ungehemmt schweifen läßt, oder inmitten einer großen Wasserfläche uns befinden, so scheint überall der Ausblick und Fernblick nur durch den Himmel begrenzt zu sein. Er ruht überall wie mit scharfem Rande der Erde auf und wölbt sich wie eine Halbkugel über ihr empor. Die Elemente dieses Bildes sind: Eine scheibenförmige Fläche der Erde, eine Kreislinie, in der Erde und Himmel sich berühren, und eine über uns sich aufwölbende Halb- und Hohlkugel des Himmels. Wir haben schon gesehen, wie diese Elemente dem einfachsten und natürlichsten Weltbilde zu Grunde lagen, das der menschliche Geist sich schuf. Jene Kreislinie ist der Horizont. Je

Digitized by Google

höher wir steigen, desto weiter reicht unser Blick und in desto größere Fernen wird diese Grenzlinie gerückt. So ist, wie wir sahen, der Horizont vom Gipfel des Großglockners ein Kreis von 29⅗ Meilen Halbmesser. So wie an der Erdoberfläche bildet auch am Himmel diese selbe Linie einen Kreis und eine Grenze. Ueber ihr, wie wir sahen, erhebt sich eine Halbkugel und die ist uns sichtbar; unter ihr liegt eine zweite, die uns unsichtbar ist. Beide Halbkugeln, die sichtbare und die unsichtbare, bilden zusammen eine Kugel, in deren Mittelpunkt wir uns befinden: Es ist die krystallene Hohlkugel der alten Weisen, das Himmelsgewölbe unserer heutigen Sprachweise, die hohle Kugelfläche, auf der Sonne, Planeten und Sterne für unser Auge sich projiciren. Diesen Horizont, welcher also die Grenzlinie zwischen der sichtbaren und unsichtbaren Halbkugel des Himmels bildet, nennt man den wahren Horizont. Den Mittelpunkt der über uns sich wölbenden Halbkugel, den Punkt also, der senkrecht über uns am höchsten Theile dieses Himmelsgewölbes sich befindet, nennt man Zenith oder Scheitelpunkt, den ihm gerade entgegengesetzten, der senkrecht unter uns im entferntesten Punkte der unsichtbaren Halbkugel liegt, Nadir oder Fußpunkt.

Sowohl der Horizont als die durch ihn bedingten Punkte Zenith und Nadir verändern natürlicherweise ihre Lage mit der Stellung des Beobachters. Ein anderer Punkt dagegen ist völlig von diesem unabhängig. Wir bemerken bei wiederholter Beobachtung des gestirnten Himmels, daß fast alle Sterne sich bewegen und zwar in regelmäßigen, gleich bleibenden Bögen. Sie steigen an einem Punkte des Horizontes auf, vollenden ihren Weg am Himmelsgewölbe, der einen höheren oder niedreren Bogen darstellt, und sinken an einem anderen Punkte des Horizontes wieder hinab. Aber einige scheinen stehen zu bleiben oder nur sehr wenig sich zu bewegen und gleichsam den Mittelpunkt zu bilden, um welchen andere sich drehen. Auf unserer nördlichen Halbkugel befindet sich dieser ruhende Punkt in der Nähe des Polarsternes und an der gerade entgegengesetzten Stelle des Himmelsgewölbes befindet sich ein entsprechender ruhender Punkt, welcher der Süd-Halbkugel der Erde sichtbar ist. Jener heißt der Nordpol, dieser der Südpol. Man versteht, daß solche 2 ruhende Punkte sich ergeben müssen, wenn

Digitized by Google

man erwägt, daß die Erde sich um sich selber dreht. Wenn eine Kugel sich um sich selber dreht, bleiben 2 Punkte immer an derselben Stelle. Es sind die Punkte, durch welche die Axe hindurchgehen müßte, wenn die Drehung sich um eine feste körperliche Axe vollzöge. In Wirklichkeit wird also der Anschein zweier unbeweglichen Punkte am Himmel durch das Vorhandensein entsprechender Punkte an der Erde bewirkt, denn das Himmelsgewölbe ist ja ruhend und scheint nur sich zu drehen. Wir haben gegenüberliegend den scheinbaren Polen des Himmels einen wirklichen Nordpol und Südpol der Erde, welche also diejenigen Punkte bezeichnen, welche bei der Drehung der Erde um sich selbst unbeweglich bleiben. Wenn man beide mit einander durch eine Linie verbindet, erhält man die Axe der Erde, um welche unser Planet sich in Wirklichkeit dreht, und wenn man diese Axe sich bis an das Himmelsgewölbe verlängert denkt, entsteht die Weltaxe, um die der gesammte gestirnte Himmel sich zu drehen scheint. Genau zwischen den beiden Polen denkt man sich einen Kreis um die Erde gelegt, welcher Aequator oder Gleicher genannt wird, weil er die Erdkugel in zwei gleiche Hälften, Halbkugeln oder Hemisphären, theilt: die nördliche Halbkugel und die südliche.

Nun gibt es auf jeder Halbkugel noch 2 weitere Kreise, welche ihren festen Grund haben. Das sind die Wende- und Polarkreise. Die Erde, wie wir im III. Abschnitt sahen, besitzt eine geneigte Lage zur Sonne, um welche sie sich dreht, und behält diese Lage stets fast gleichmäßig bei. Dadurch kommt es, daß man einen Gürtel oder eine Zone auf der Erde hat, in welchem die Sonne zu gewissen Zeiten des Jahres senkrecht über den dortigen Menschen, also in deren Zenith steht. Es ist das der Gürtel zwischen den Wendekreisen oder die Aequatorialzone. Ihr scheinbarer Lauf führt die Sonne in der Zeit der Frühlings- und Herbstnachtgleiche gerade über den Aequator, von wo sie im Frühling immer weiter nach Norden vorschreitet, bis sie im sog. Sommer- oder Juni-Solstitium oder der Sommerwende im Zenith derjenigen Menschen steht, welche unter $23\frac{1}{2}^0$ nördlicher Breite wohnen. Zur selben Zeit geht sie den ganzen Tag nicht unter für Alle, welche nördlich von $66\frac{1}{2}^0$ nördlicher Breite wohnen.

Digitized by Google

Es ist die Zeit, in welcher der Nordpol der Erde ganz der Sonne zugewandt ist. Aber nun scheint sich die Sonne zu wenden und geht im Verlauf des Sommers rückwärts, bis sie am 21. September wieder gerade über dem Aequator steht und also beiden Halbkugeln gleichviel Licht und Wärme spendet: Tag- und Nachtgleiche. Dann geht sie nach Süden, wo unter 23 1/2° und 66 1/2° südlicher Breite zur Zeit der Winter- oder Decemberwende das Gleiche eintritt, wie vorher auf den entsprechenden Kreisen der nördlichen Halbkugel. Die Kreise 23 1/2° nördlich und südlich vom Gleicher, wo die Sonne sich umzuwenden scheint, die äußersten Punkte, wo sie zu irgend einer Zeit den Menschen gerade auf den Scheitel scheint, sind die Wendekreise und zwar nennt man nach gewissen Sternbildern den nördlichen davon den Wendekreis des Krebses, den südlichen den Wendekreis des Steinbocks. Jene Kreise aber, jenseits deren zu einer gewissen Zeit die Sonne nicht auf- und zu einer anderen nicht untergeht, sind der nördliche und südliche Polarkreis.

Neben diesen von der Natur selbst festgelegten Kreisen gibt es aber noch willkürliche, welche man zieht, um unveränderliche und allgemein verständliche und anerkannte Anhaltspunkte für die Bestimmung eines Ortes an der Erdoberfläche zu gewinnen. Zuerst zieht man auf jeder Halbkugel vom Aequator bis zum Pol eine Anzahl von Kreisen, die alle parallel sind untereinander und mit dem Aequator: Parallelkreise oder Breitenkreise. Die Entfernung von einem Kreis zum anderen ist ein Grad und jeder Grad ist nach den Grundsätzen der geometrischen Winkeltheilung wieder in 60 Minuten, jede Minute in 60 Sekunden abgetheilt. Von ihnen bezeichnet man 89 mit Zahlen zwischen dem Aequator, der mit 0, und dem Pol, der mit 90 bezeichnet wird. Diese Kreise geben das Mittel zur Bestimmung der Geographischen Breite. Wenn ich sage: Berlin liegt in 52° 31′ nördlicher Breite (abgekürzt n. B.), so ist damit bestimmt: Berlin liegt 52 Grad und 31 Minuten nördlich vom Aequator. Dieß gibt mir zugleich unmittelbar das Maß der räumlichen Entfernung; denn alle die 89 Breitenkreise sind gleichweit von einander entfernt und der Umfang der Erde ist in runder Summe 5400 Meilen. Vom Aequator bis zum Pol ist 1/4 Umfang

Digitized by Google

= 1350 Meilen und dieser durch 90 getheilt gibt 15 Meilen als die Entfernung zweier Breitenkreise von einander. Berlin ist also ungefähr 788 geographische Meilen vom Aequator entfernt.

Wie bestimme ich aber diese Entfernung und damit die geographische Breite eines Ortes, wo ich mich befinde? Am einfachsten wohl durch die Höhe der Sonne über dem Horizont. Ich weiß, wie hoch zu bestimmter Jahreszeit und an bestimmtem Tag die Sonne über dem Horizont sich erhebt. Wenn ich weiß, daß es der 21. Juni, und ich finde die Sonne über mir im Zenith, so weiß ich auch, daß ich mich auf dem nördlichen Wendekreis, d. h. in 23° 20′ n. B. befinde. Finde ich an demselben Tage die Sonne am Mittag etwas unter dem Zenith nach Süden zu, so bin ich weiter nördlich und zwar um so viel, als die Sonne vom Zenith entfernt ist. Und so für jeden Ort. Für die Praxis ist aber die Messung der Sternhöhen wegen der außerordentlichen Regelmäßigkeit der Bewegung der Fixsterne empfehlenswerther. Die Höhe des Polarsternes z. B. über dem Horizont läßt die geographische Breite unmittelbar erkennen. Es ist nämlich die Höhe des Weltpoles (s. S. 38) über dem Horizont oder die Polhöhe, gleich der geographischen Breite. Stehe ich am Nordpol, also in 90° n. B., so habe ich diesen Pol im Zenith. Er sinkt mit mir herab, indem ich mich dem Aequator zu bewege. Am Aequator, in 0° n. B., steht er im Horizont, in Wien, in 48° 13′ n. B., ist er genau ebensoviel über dem Horizont. Der Polarstern steht in großer Nähe des nördlichen Weltpoles oder des Nordpoles des Himmels, daher gibt mir seine Höhe über meinem Horizont fast genau die geographische Breite meines Ortes.

Das Gradnetz, das wir um die Erde ziehen, bedarf, um vollständig zu sein, außer dem System der Parallel- oder Breitenkreise noch eines weiteren, welches gegeben ist in den Meridianen oder Längenkreisen. Während alle Orte, die auf einem Breite- oder Parallelkreis liegen, sich dadurch auszeichnen, daß sie gleiche Sonnenhöhe, d. h. gleiche Jahreszeiten haben, haben die Orte, welche auf einem und demselben Längenkreis oder Meridian liegen, gleiche Zeit, d. h. zu gleichen Stunden Sonnenaufgang, Mittag

Digitized by Google

und Sonnenuntergang. Daher kommt auch der Name Meridian, welcher bedeutet Mittagslinie, vom lateinischen meridies, Mittag, d. h. es ist ein Meridian eine Linie, welche die Orte gleicher Mittagszeiten verbindet. Man legt solcher Linien, die natürlich wieder alle Kreise sind, 180 um die Erde und zwar in solchen Abständen, daß jeweils Orte, die um 4 Minuten von einander in der Zeit verschieden sind, einen Grad aus einander liegen. Wien hat um fast 20 Minuten früheren Sonnenaufgang und Mittag, überhaupt 20 Minuten frühere Zeit als München und liegt daher auch fast 5 Längengrade von München östlich. Nennt man uns einen Ort, der 60 Längengrade westlich von uns liegt, so wissen wir sogleich, daß er 60×4 Minuten, also 4 Stunden späteren Mittag und spätere Zeit hat. Diese Meridiane sind durch die Natur ihrer Bestimmung ganz anders beschaffen als die Parallelkreise. Diese wurden immer kleiner nach den Polen zu und waren in allen Lagen der Erde einander parallel. Die Längenkreise sind alle gleich groß und schneiden sich sämmtlich in den Polen, wie sie denn auch die Parallelkreise und mit ihnen den größten Parallelkreis, den Aequator, in rechtem Winkel schneiden. Das Netz wäre damit vollständig, aber es bleibt bei diesen Längenkreisen eine Schwierigkeit, welche nur mit einer gewissen Gewaltsamkeit zu überwinden ist, ich meine die Schwierigkeit, zu bestimmen, welcher von diesen unter sich ganz gleichen Kreisen der erste, welcher der letzte ist. Größe und Bedeutung jedes einzelnen Meridians oder Längengrades sind ja vollkommen gleich, es gibt kein Merkmal, welches einen oder mehrere unter den übrigen hervorzuheben erlaubte, und so kann es bloß eine Sache der allgemeinen Uebereinstimmung sein oder eine Sache des Herkommens, welchen von allen man als den ersten bezeichnen soll. Die alten griechischen Geographen, welche bereits lebhaft das Bedürfniß fühlten, diesen weiten Erdenraum einzutheilen, um sich leichter auf ihm zurechtzufinden, Geographen wie Strabo und Hipparch hatten bereits einen Meridian als den ersten bestimmt. Sie zählten von dem Meridian an, der durch die Insel Rhodus ging. In ähnlicher Weise zählen wir von einem Meridian, der durch die Insel Ferro, eine der canarischen Inseln, geht, nach rechts und links. Ein Ort, der 20 Meridiane östlich von

Digitized by Google

Ferro gelegen ist, liegt unter 20° östlicher Länge, einer, der ebensoweit westlich liegt, wird als unter 20° westlicher Länge liegend bezeichnet. So zählt man nach beiden Seiten, nach Osten und Westen, 180 Grade. Die oft gehörten Begriffe „östliche Länge" und „westliche Länge" sind damit gegeben und leicht verstanden. Leider ist indessen unter den Völkern kein ganz allgemein anerkannter Brauch hinsichtlich des Meridians, von dem an sie zählen. Ein sehr unbequemer und unnützer Separatismus hat sich auch hierin geltend gemacht und so ist mit der Zeit von einigen Völkern der kosmopolitische Meridian von Ferro verlassen und durch den von Paris bei den Franzosen und Greenwich bei den Engländern ersetzt worden. Sogar die Portugiesen und Spanier, die Russen und Nordamerikaner hatten zu einer Zeit oder haben noch ihre eigenen Meridiane. Es ist diese unsinnige Zersplitterung glücklicherweise praktisch nicht weiter gegangen als soweit, daß der Meridian der Hauptseefahrer-Nation, der Engländer, also der von Greenwich, neben dem von Ferro am häufigsten gebraucht wird. Er ist 17° 40′ östlich von diesem gelegen.

Es ist nun unschwer zu begreifen, welches der Sinn der Ausdrücke „geographische Länge und Breite" ist. Wenn ich z. B. sage: München liegt unter 48° 8′ nördlicher Breite und unter 29° 14′ östlicher Länge von Ferro, so heißt das soviel, als: es liegt 48° 8′ (ca. 722 geogr. Meilen) nördlich vom Aequator und 29° 14′ östlich (fast 2 Stunden Zeitunterschied) von dem Meridian der Insel Ferro und indem ich die betreffenden Längen- und Breitengrade aufsuche, kann ich mit der größten Leichtigkeit diesen wie jeden anderen Ort auf einer Karte finden. Man muß nur immer festhalten, daß die geographische Breite die Entfernung vom Aequator ist und daß die geographische Länge sich durch den Zeitunterschied zweier Orte mißt, um jederzeit an irgend einem Punkt der Erde wissen zu können, wo man sich befindet. Wollen aber die Breiten- und Längengrade in Raummaße umgesetzt werden, dann muß man wohl beachten, daß die Längengrade gegen die Pole hin immer näher zusammenlaufen, also durch immer geringere Entfernungen geschieden sind, während die Breitengrade entsprechend ihrem Namen „Parallele" immer gleichweit von einander abstehen. Die Längengrade stehen nur am Aequator

Digitized by Google

15 geogr. Meilen von einander ab, in 30° B. 13, in 40° 11½, in 60° 7½, in 75° 4 M. Die Meilenentfernung Münchens vom Ferro-Meridian ist also ungefähr 265 geogr. Meilen.

Schwieriger als die geographische Breite ist es, die geographische Länge eines Ortes zu finden, an dem man sich befindet. Für Entdeckungsreisende ist dieß zusammen mit der Breitenbestimmung die Hauptaufgabe, da sie sonst sich selbst so wenig wie uns über die Wege, die sie gemacht, und die neuen Gegenden, die sie entdeckt haben, Rechenschaft abzulegen vermögen und für die Seefahrer ist es gleichfalls nothwendig, da andere Orientirungsmittel als Sonne, Sterne und Uhren auf der hohen See nicht zu finden sind. Zur Bestimmung der geographischen Länge ist es nun nothwendig, die Zeit eines Ortes richtig zu wissen und dieses kann man erreichen vermöge sehr vorzüglich construirter Uhren. Reise ich mit einer vortrefflichen Uhr z. B. nach Wien, so sehe ich, daß sie 20 Minuten weniger einige Sekunden nachgeht und schließe daraus, daß Wien von München aus ungefähr 5° weiter östlich gelegen ist, d. h. 5° mehr östliche Länge besitzt. Bin ich vom Meridian von Ferro um 100° nach Westen gegangen, so muß meine Uhr um 100 × 4 Minuten, also um 6 Stunden 40 Minuten vorgehen. Es handelt sich hier im Grunde um nichts anderes als darum: die Zeit eines Ortes nach einem anderen zu tragen, um Zeitvergleichungen anstellen zu können. Die große Schwierigkeit dieser Bestimmungen liegt nur immer in der Herstellung der Zeitmesser, der Uhren, einer Schwierigkeit, die man erst seit etwa 100 Jahren genügend überwunden hat. —

Nord- und Südpol haben uns nicht bloß zwei feste Punkte inmitten der ewigen Bewegung des Himmels kennen gelehrt, sondern wir haben damit auch einen Anhalt für eine weitere Art von Sichzurechtfinden auf der Erde und im Weltraum, von Raum- und Ortsbestimmung gewonnen, nämlich die Himmelsrichtung oder Weltgegend. Wenn wir auf der Erde um uns schauen, bezeichnet sich ein Punkt des Kreises, der unseren Horizont bildet, des Gesichtskreises, von selbst als Nord dadurch, daß über ihm der ruhende Punkt des Nordpols am Himmel steht. In ihm gerade entgegengesetzter Richtung muß Süd liegen. Wenn wir nach Norden schauen

Digitized by Google

und also dem Süden den Rücken wenden, so geht die Sonne und gehen die Sterne zu unserer Rechten auf und zur Linken unter. Wir haben dort Ost und hier West. Wie aber finde ich den Süden am Tage, wo kein Polarstern mir die Nordlage angibt? Wir auf der nördlichen Halbkugel haben immer die Sonne im Süden und sie steht jeden Mittag, wo sie ihren höchsten Stand erreicht, über dem Südpunkt unseres Gesichtskreises.

Eines der bedeutsamsten Ergebnisse, welche der menschliche Geist aus der Betrachtung der Bewegungen der Erde gezogen hat, ist in der Zeitrechnung niedergelegt. Die Drehung der Erde um sich selbst, welche sich in etwas weniger als 24 Stunden vollzieht, gibt das Maß des Tages, für dessen Bestimmung man den Sonnenlauf gewählt hat. Da indessen die Sonne nicht jeden Tag mit gleicher Geschwindigkeit ihren Weg um die Erde macht, legte man der Zeitrechnung nicht den wirklichen, sich nicht stets gleichbleibenden, sondern einen mittleren Sonnentag zu Grunde, welcher 24 Stunden 4 Minuten und 56 Sekunden lang ist. Die zweite Bewegung der Erde, der Lauf um die Sonne, gibt das Maß für das Jahr. Man versteht unter dem sog. bürgerlichen Jahre, dessen wir uns bedienen, die Zeit, welche die Sonne braucht, um zum Frühlingspunkt zurückzukommen. Dasselbe beträgt 365 Tage 5 Stunden 48 Minuten 47 Sekunden. Indem dieses Jahr praktisch mit einer runden Summe von 365 Tagen abschließen muß, ist man genöthigt, für den Bruchtheil von Stunden, Minuten und Sekunden alle 4 Jahre einen Tag einzuschalten (Schaltjahr) und alle 4 Jahrhunderte einen Schalttag ausfallen zu lassen.

Wie der Mondlauf das Zeitmaß für die Unterabtheilung des Jahres in Monate bietet, werden wir im folgenden Abschnitt erfahren.

Digitized by Google

V.

Der Mond und die Finsternisse.

Stellung des Mondes zur Erde. Mondbahn. Die Phasen. Die Finsternisse.

Wenn die Sonne als der Haupt- und Centralkörper inmitten unseres Planetensystems herrschend und spendend steht, so daß die Bewunderung, mit der wir zu ihr emporschauen, mit einem starken Gefühl der eigenen Schwäche und Abhängigkeit gemischt ist, so erscheint uns dagegen der Mond fast befreundet und vertraut in seiner beständigen Nähe und der engen Verbindung, die ihn an unseren eigenen Planeten knüpft. Er ist von allen Himmelskörpern um uns her der einzige, welcher unserem Planeten immer nahe bleibt, — deßwegen erscheint er trotz seiner Kleinheit, die sich in einem Durchmesser von 468 Meilen und einer Oberfläche von 600,000 □Meilen darstellt, fast so groß wie die Sonne — der denselben auf seinem Wege um die Sonne begleitet, und der ihm nahe genug ist, um selbst in gewissen Einzelheiten seiner Oberflächenbeschaffenheit erkannt werden zu können. Es geht diese Erkenntniß zwar nicht sehr weit, aber sie kann dazu beitragen, das Gefühl der Fremde und Ferne zu mildern. Und doch wieder wie fern! 60 Erdhalbmesser sind nur in den Augen des an Sterndistanzen Gewöhnten eine verhältnißmäßig unbedeutende Entfernung; uns erscheint sie groß genug, wenn wir hören, daß selbst unsere größten Fernröhren doch nur diejenigen Gegenstände an der Oberfläche unseres Nachbarn und Trabanten genau erkennen lassen, welche 100 Meter und darüber messen! Wir sind demnach zwar im Stande, manche Eigenschaften dieses Himmelskörpers erkennen zu können, die uns bei allen anderen Planeten und Trabanten und mehr noch bei den fernen Sonnen der Fixsterne immer verborgen bleiben müssen; aber wir werden nie in das Einzelne und Besondere auch nur der Oberfläche dieses Gestirnes eindringen können. Wir können ihm nur mit dem einzigen Sinn des Gesichtes nahekommen und selbst für diesen ist der Mond doch nur ein

Digitized by Google

verschleiertes Dämmerbild. Indessen bleibt mit all dieser Beschränkung der Mond gerade für den Betrachter der geographischen Verhältnisse der Erde der wichtigste aller Himmelskörper nächst der Sonne. Diesen Rang weisen ihm nicht nur die Beziehungen zu, welche ihn mit den Thatsachen unseres Erdenlebens verbinden — die Anziehung, die er auf unseren Planeten übt und welche am stärksten in den Gezeiten sich kundgibt, das Licht, das er uns sendet, die Verfinsterungen der Sonne, die er verursacht — sondern auch der Werth, den seine Betrachtung und Erforschung für unsere wissenschaftliche Erkenntniß der Erde gewinnt.

Der Mond bewegt sich um die Erde in einer elliptischen Bahn, welche einen kleinen Winkel macht mit der Bahn, welche die Erde um die Sonne beschreibt. Die geringe Größe dieses Winkels, 5 Grad 9 Minuten, ist eine Thatsache von Bedeutung, wie wir bei den Sonnen- und Mondsfinsternissen sehen werden. Die beiden Punkte, wo die Bahn des Mondes um die Erde sich mit der Bahn der Erde um die Sonne schneidet, heißen die Mondknoten. Diese beiden Punkte sind in hohem Grade veränderlich, d. h. sie scheinen auf der Erdbahn fortzurücken, bis sie nach einer gewissen Zeit wieder da ankommen, wo sie sich schon einmal befanden. Der Mond braucht 27 Tage 7 Stunden und 43 Minuten zu einem vollständigen Umlauf von einem festen Punkte des Himmelsgewölbes aus und zu demselben zurück. Zu seinem Weg um die Erde braucht er aber, weil diese selbst fortschreitet, 29 Tage 12 Stunden und 44 Minuten, wobei seine mittlere Entfernung von unserem Planeten 51,800 Meilen oder 60 Erdhalbmesser beträgt.

Seltsam wie die allbekannten periodischen Veränderungen des Mondes, seine sogenannten Phasen, erscheinen, sie sind unschwer aus seinem Doppelverhältniß zur Erde auf der einen, und zur Sonne auf der anderen Seite zu verstehen. Der Mond an sich ist dunkel, das Licht, welches er ausstrahlt, empfängt er von der Sonne. Befindet er sich nun in seinem Laufe zwischen der Sonne und der Erde, so kehrt er der letzteren seine unerleuchtete Seite zu, und im Gegensatz dazu scheint er uns voll erleuchtet, wenn die Erde zwischen ihm und der Sonne steht, denn nun wendet er uns seine ange-

Digitized by Google

strahlte und erleuchtete Seite zu. Es entstehen so die entlegensten Phasen: Neumond und Vollmond. Zwischen diese aber schieben sich die Sichel- und Halbmondformen ein, welche den Uebergang von der einen zur anderen, von der Dunkelheit zur Beleuchtung zeigen.

Bekanntlich finden die verschiedenen Phasen zu bestimmten Tages- beziehungsweise Nachtzeiten statt. Der Neumond geht mit der Sonne auf und unter, wird also in der Nacht nicht gesehen, der Vollmond aber erreicht seine höchste Höhe um Mitternacht, weil er der Sonne gerade entgegengesetzt ist. Das erste Viertel fällt auf den Abend, das letzte auf den Morgen.

Indem die Erde sammt dem Mond sich um die Sonne dreht, muß der Fall eintreten, daß der Schatten, welchen der der Sonne zunächst stehende Körper wirft, auf den fernerstehenden fällt und diesen verfinstert. So wird der Mond verfinstert, wenn zwischen ihn und die Sonne sich die Erde gerade mittenein stellt oder, mit anderen Worten, wenn der Mond den Schatten passirt, welchen die von der Sonne beschienene Erde wirft; und so kann andererseits der Mond eine solche Stellung zwischen Erde und Sonne einnehmen, daß er die letztere theilweise oder ganz bedeckt, d. h. verfinstert. Im ersteren Fall haben wir Mond-, im anderen Sonnenfinsterniß. Die Finsternisse sind am stärksten (total), wenn die drei betheiligten Körper genau in einer Linie stehen; die Sonnenfinsternisse können ringförmig werden, wenn der verfinsternde Mond in Erdferne ist, wo sein scheinbarer Durchmesser kleiner ist als der der Sonne; theilweise Finsternisse finden dann statt, wenn die drei Körper sich nicht genau decken. Aus der Kenntniß der Bahnen der Erde und des Mondes um die Sonne können die Möglichkeiten der Verfinsterung für lange hinaus genau berechnet werden.

Von den Einflüssen, welche der Trabant der Erde, vorzüglich durch die Anziehung auf die Erde in verschiedenen Richtungen, übt, wird in einigen folgenden Abschnitten und vorzüglich im XVII. gesprochen werden [1]).

---

[1]) Nur anzudeuten ist hier die Bedeutung, welche der Mond für die Entwickelung unserer Ansichten von der Erde durch seine eigene Oberflächengestalt gewinnt. Wir sind, wie erwähnt, im Stande, mit

Digitized by Google

VI.

Das Gewicht der Erde.

Wir haben die Gestalt und Größe der Erde kennen gelernt, nun fehlt uns von ihren allgemeinsten Eigenschaften noch das Gewicht. Dieses bestimmen zu wollen, erscheint auf den ersten Blick als eine phantastische Verwegenheit. Man muß wägen können, wenn man ein Gewicht kennen will. Aber die Erdkugel wägen! Kehren wir zur Fabel vom Atlas zurück, der die Erde auf seinen starken Schultern trug? Wahrlich, Halbgötter zum mindesten scheinen nothwendig zu solchem Beginnen; Menschenkraft steht in einem zu lächerlich kleinen Verhältniß zu demselben. Man mag den Abstand gar nicht ausdenken, welcher zwischen Kraft und Leistung hier besteht.

Doch, weisen wir die Sache nicht zu hastig zurück. Masse, Gewicht sind Worte. Versuchen wir es einmal, ihrem Begriffsinhalt auf den Grund zu gehen, sie stellen sich dann doch

schärfsten Fernröhren Gegenstände von 100 Meter Durchmesser auf dem Monde genau zu sehen. Die Hauptzüge seiner Oberflächengestalt sind ungeheure beckenartige Vertiefungen, welche als dunklere Stellen (Mann im Monde) schon dem bloßen Auge auffallen, dann Gebirge, deren Höhe aus ihrem Schattenwurf zu über 7000 Meter bestimmt worden, und zahllose große und kleine Berge, welche durch meist regelmäßige Kegelform mit Einsenkung in der Mitte an unsere Vulkankrater erinnern. Auch die Berge der Mondgebirge haben größtentheils diese Kraterform. Aber von den Vulkankratern unserer Erde entfernt sie doch wieder ihre zum Theil gewaltige Größe (der größte Mondkrater Tycho hat 12, der größte Vulkankrater der Erde, der Gunung Tengerr auf Java, 1 geogr. Meile Durchmesser) nebst einer Anzahl von minder hervortretenden Eigenthümlichkeiten. Ist es die raschere Erstarrung des kleineren Weltkörpers, oder der 6mal geringere Druck der erstarrten Decke, oder die um $^1/_3$ kleinere Dichtigkeit, welche diese Unterschiede der Formen bewirkt? Man kennt am Mond keine Atmosphäre und kein Wasser. So bietet er also das interessante Bild eines Weltkörpers, der unter ganz anderen Verhältnissen als die Erde fest wurde und wahrscheinlich viel weiter in der Erstarrung fortgeschritten ist als sie.

Digitized by Google

vielleicht weniger unerreichbar dar. Gewicht und Masse sind Ausdrücke für Ein- und Dasselbe. Jeder Körper übt auf jeden anderen Anziehung aus. Anziehung oder Anziehungskraft ist gemeinsame Eigenschaft aller Körper. Die Erde, welche der größte Körper, die größte Masse ist, die uns nahe zugänglich, übt auch die stärkste Anziehung auf alles, was an und auf ihr ist. Diese Anziehung ist nämlich um so stärker, je größer die Masse, von welcher sie ausgeht. Vermöge dieser überwältigenden Anziehung streben alle Körper an und auf der Erde zu diesem gewaltigen Körper, dessen Masse und damit dessen Anziehung die ihre in ungeheurem Maße übertrifft. Sie würden, wenn sie könnten, sich alle um den Mittelpunkt der Erde sammeln, denn dort ist der Mittelpunkt dieser Anziehung. Dieses Streben nach der Erde, das man Schwere oder Schwerkraft nennt, ist um so stärker, je größer die Masse des angezogenen Körpers. Schwere und Gewicht sind dasselbe. Gewöhnlich nennen wir Schwere und Gewicht nur die Kraft, mit der ein Körper der Anziehung der Erde zu folgen strebt. Aber es gibt auch andere Anziehungen, nur sind sie fast unmerklich, weil eben die der Erde jede andere in so gewaltigem Maße übertrifft. Man vermag indessen doch, sie zu messen. Das sieht man bei der vergleichenden Beobachtung zweier Bleistücke, welche an Fäden, das eine in einer bergfreien Fläche, das andere gegenüber einem hohen Berge aufgehängt werden. Das in der Fläche strebt ohne Abweichung dem Mittelpunkt der Erde zu, es folgt nur der Anziehung der Erde; das andere folgt derselben ebenfalls, aber nicht so unbedingt, sondern es wird in leichter, kaum beobachtbarer Weise auch von dem Berge angezogen. Gelingt es nun, und um es gelingen zu machen, hat man mehrere sinnreiche Vorrichtungen getroffen, den Unterschied in der Richtung der beiden Bleilothe zu messen, so hat man in diesem Unterschied die Stärke der Anziehung gefunden, welche der Berg ausübt. Dann sagt man folgendermaßen: Der Berg vermag die Anziehung der Erde um so und soviel abzuschwächen durch seine eigene Anziehung. Diese beiden Anziehungen hängen von der Masse bzw. dem Gewicht der beiden Körper, der Erde und des Berges, ab. Wenn man jetzt die Masse des

Digitized by Google

Berges kennt, welche aus seiner Größe und seiner Gesteins-Zusammensetzung berechnet werden kann, so kann man die Rechnung stellen: Wie groß ist die Masse oder das Gewicht der Erde, wenn ihre Anziehung durch die bekannte Masse des Berges um so und soviel geschwächt werden konnte? Diese Rechnung ergab 5,6 als das specifische Gewicht der Erde, d. h. die Erde ist 5,6 Mal so schwer als die gleiche Masse Wassers oder ungefähr gerade so schwer, als ob sie ganz aus dichtestem Eisenoxyd bestünde. Die Zahl ist das Ergebniß zahlreicher, sorgfältigster Beobachtungen, welche in der verschiedensten Weise, aber immer auf Grund des Unterschiedes zwischen der Anziehung der Erde und eines anderen Körpers angestellt worden sind. Fügen wir hinzu, daß das Gewicht der Stoffe, welche den Hauptantheil an der Zusammensetzung der uns greifbar zugänglichen Theile der Erde nehmen, zwischen 1 (Wasser) und 2,6 (Schiefer, Granit, Sandstein) schwankt, so erhalten wir sogleich aus der anscheinend so abstrakten Zahl den für einen Schluß auf die innere Natur der Erde sehr bedeutsamen Satz, daß sie nach innen zu an Gewicht bedeutend zunehmen muß.

VII.

Das Erdinnere.

Wie denkt man sich das Erdinnere aus erdgeschichtlichen Gründen? Wärmezunahme nach dem Erdinnern. Die warmen Quellen. Hypothesen über das Erdinnere.

Die tiefsten Tiefen, bis zu denen man in das Erdinnere vorgedrungen ist, messen wenig über 1000 Meter. Das will im Vergleich zur Erdmasse nicht viel besagen. Aus vielleicht der doppelten Tiefe mögen wohl einige der heißesten Quellen emporsteigen, welche der Erde entsprudeln. Aber auch ihr Ursprung läge doch nur um sehr Weniges dem Erdmittelpunkte näher

Digitized by Google

als die Erdoberfläche. Beide, die tiefsten Schachte und Bohrlöcher und die tiefsten Quellen sind also noch weit davon entfernt, uns von dem eigentlichen Kern und Innern der Erde Kunde zu geben, sondern sie ritzen gewissermaßen nur die Erdrinde in ihren oberflächlichsten Theilen auf und lassen einen weiten unbekannten Raum frei. Der Arbeit des menschlichen Verstandes und dem Spiel der Phantasie — diesen beiden allein ist alles entsprossen, was man von dem Erdinnern heute weiß; unmittelbare sinnliche Wahrnehmung ist nichts davon. Insofern hat man das Recht, alles, was vom Erdinnern ausgesagt wird, in das Reich des Hypothetischen zu verweisen. Manches davon ist sehr wahrscheinlich, aber nichts davon ist bis heute durch die Prüfung der thatsächlichen Beobachtung hindurchgegangen.

Eine Gruppe der Schlüsse, welche auf das Erdinnere Bezug haben, geht von den allgemeinsten Verhältnissen der Erde und der übrigen Glieder unseres Planetensystemes aus: Die gemeinsame und im Grunde gleichartige Bewegung der Planeten um die Sonne zeugt für einen einst innigeren Zusammenhang derselben untereinander; auch eine stoffliche Uebereinstimmung darf angenommen werden. Der glühende Zustand, in welchem sich noch heute die Sonne befindet, dürfte einst allen gemeinsam gewesen sein. Die Planeten sind erkaltet und damit verdichtet, aber die allen gemeinsame Eigenschaft, nicht völlig rund, sondern an den Drehungsaxen abgeplattet und dagegen in einem Gürtel zwischen beiden angeschwellt zu sein, deutet auf die einst geringere Dichtigkeit, denn dichte und starre Körper nehmen nicht, wenn man sie um sich selber dreht, die dieser Bewegung entsprechende Gestalt der „Rotations-Ellipsoide" an. Diese Gründe deuten darauf hin, daß einst alle Körper unseres Planetensystems gemeinsam mit der Sonne eine einzige Masse ausmachten, daß diese Masse sich in glühendem Zustande befand, wie heute die Sonne, und daß sie die drehende Bewegung besaß, welche wir heute bei allen Körpern unseres Planetensystems wahrnehmen. Was wir Planeten, Asteroiden, zum Theil auch was wir Kometen nennen, kurzum fast alles, was in unserem Sonnensystem ist, hat sich von dieser Masse abgelöst und ist nachher erkaltet. Nur der gewaltige Rest dieser Glühmasse, gewisser-

Digitized by Google

maßen der Kern, von welchem diese Splitter abgelöst sind, die Sonne, ist glühend im Mittelpunkt stehen geblieben. Aus dieser Theorie folgt, daß auch die Erde einst glühend war, und man darf erwarten, daß in ihrem Innern ein Rest der Wärme erhalten ist, welcher einst diesen ganzen Körper durchglühte.

Dieß die eine Gruppe von Thatsachen. Eine andere stützt sich auf die Beobachtungen, welche man über die Temperatur des Erdinnern gemacht hat. Man kann als das sicherste und allgemeinste Ergebniß dieser Beobachtungen verzeichnen, daß die Wärme mit einer gewissen Regelmäßigkeit zunimmt, wenn man in das Innere der Erde vordringt. Wir sind, wie vorhin bemerkt, noch sehr wenig weit in dieser Richtung vorgedrungen und dennoch ist die Wärme am Boden des tiefsten Schachtes und des tiefsten Bohrloches ca. 30° C. größer als an der Mündung. Folgendes sind die Beobachtungen, welche man beim Vordringen nach dem Innern unserer Erde zu hinsichtlich der Wärmezunahme macht: In einer Tiefe von 25 Meter hört bei uns jede Spur der Schwankungen auf, welche an der Erdoberfläche durch den jahreszeitlichen Wechsel in der Sonnenstrahlung erzeugt werden. In Ländern, wo die Wärmeunterschiede schon an der Oberfläche nicht groß sind, machen sie sich auch in viel geringere Tiefen hinab geltend. Nach Junghuhn findet man z. B. auf Java schon in ⅔ bis gegen 1 Meter Tiefe eine ganz gleichbleibende Wärme, weil eben dort die Temperatur der Luft und der Erdoberfläche ungemein wenig schwankend ist. In unserer gemäßigten Zone machen sich aber selbst die täglichen Wärmeschwankungen bis zu 1—1,5 Meter geltend. In jenen Tiefen herrscht jahraus jahrein die gleiche Wärme, welche im Allgemeinen dieselbe ist wie die mittlere Jahreswärme der Erdoberfläche an dem betreffenden Punkte. Nun aber nimmt von hier an die Wärme langsam zu und nirgends ist man bis heute an die Grenze dieser Zunahme gelangt. Je tiefer man hinabstieg, desto wärmer fand man es, und zwar zeigte sich die Zunahme als eine im Ganzen und Großen regelmäßige, so daß man aus vielen Fällen den Schluß ziehen durfte, daß bei jedem Absteigen um 35 Meter die Wärme um 1° C. zunehme. Es gibt Ausnahmen, welche offenbar

Digitized by Google

von der Gesteinsbeschaffenheit, von eindringendem Oberflächenwasser und dadurch langsam bewirkten chemischen Veränderungen und andern unbekannten örtlichen Verhältnissen abhängig sind. Aber diese 35 Meter lassen sich als die mittlere „geothermische Tiefenstufe" bezeichnen. Sogar in Sibirien, wo das Bodeneis, d. h. der ständig gefrorene Boden noch bei 116 Meter Tiefe gefunden wurde und wahrscheinlich über 180 Meter dick ist, hat man eine Zunahme von 1,4° C. zwischen der Oberfläche und dieser Tiefe gefunden.

Eine weitere Gruppe von Thatsachen, die genau in derselben Richtung deuten, ergibt die Betrachtung der warmen Quellen oder Thermen. Quellen wie der Karlsbader Sprudel mit 75, die von Wiesbaden mit 70, von Baden-Baden mit 68, von Ofen und Mehadia mit 64° C. legen Zeugniß ab für eine höhere Wärme der Tiefe, aus welcher sie kommen. Denn wo anders her werden sie ihre Wärme erhalten, als aus den wärmeren Gesteinsschichten der Tiefe, aus welcher sie hervortreten? Der Wärme von 122—127° C., welche in dem großen Geysir Islands gemessen wurde, wollen wir dabei nicht gedenken, weil dieser einer vulkanischen Region angehört.

Welchen anderen Schluß lassen alle diese Thatsachen zu, als daß diese beständige Zunahme der Wärme nach dem Erdinnern zu sich endlich so hoch steigere, daß in einer gewissen Tiefe das Innere unseres Planeten in glühendem und geschmolzenem Zustande sich befinden müsse? Und auf diesen selben Schluß, wie wir gesehen haben, führt von anderer Seite her eine Betrachtung, welche von der Geschichte der Erde im Zusammenhang mit der Geschichte des übrigen Planetensystems ausgeht.

Aber in welcher Tiefe würde dieser Zustand des glühendflüssigen Erdinnern zu erwarten sein? Man braucht mindestens 2000° C., um die Gesteinsmassen zu schmelzen, welche man in der Erdrinde findet. Diese Hitze kann nach den Gesetzen der Wärmezunahme unter normalen Verhältnissen nicht eher als bei etwa 200,000—300,000 Meter Tiefe stattfinden, also bei dem 200—300fachen der Tiefen, bis zu denen man heute in den tiefsten Bohrlöchern oder Schachten vorgedrungen ist. Beeilen wir uns indessen, hinzuzufügen, daß dabei eine

Digitized by Google

Gleichartigkeit der Gesteinsmassen angenommen ist, welche nicht zu beweisen, und daß zugleich außer Rechnung gelassen ist die Wirkung des gewaltigen Druckes, welcher in jenen Tiefen herrschen muß. Die Zahl ist also rein auf Vermuthung gegründet.

Ebenso unsicher stehen wir der Frage gegenüber, wie denn das Erdinnere im Einzelnen beschaffen sei? Zunächst muß es dichter sein als die Erdrinde (s. o. S. 51) und wahrscheinlich sogar viel dichter in seinen innersten, centralsten Theilen. Zugegeben weiter, daß es glühend-flüssig, ist es das ganz und durchaus? Weist nicht schon dieses starke Gewicht der Gesammterde, das hauptsächlich im Innern seinen Sitz haben muß, auf eine nach dem Innern zunehmende Dichtigkeit hin? Ist es ferner denkbar, daß eine Erdrinde von 30—40 oder noch weniger Meilen Dicke eine glühend-flüssige Masse von 40—50mal größerem Durchmesser so starr umschließe, wie wir es sehen? Muß nicht der nach dem Erdinnern zu wachsende Druck die Massen schwerflüssiger machen? Würden nicht der Mond und die Sonne, so wie sie das Meer anziehen, auch das flüssige Erdinnere anziehen und in Bewegung setzen müssen, wenn es in der That ganz flüssig wäre? Entspricht demnach nicht die Annahme eines um den Mittelpunkt der Erde angesammelten festen und schweren Kernes, in dem im Uebrigen flüssigen Erdinnern, oder die Annahme eines gleich dem Honig in den Waben eines festeren Gerüstes vertheilten flüssigen Erdinnern besser den Thatsachen, als die einer flüssigen Erdmasse, welche die hohle und verhältnißmäßig dünnrindige Erdkugel ganz erfüllt?

Alle diese und viele andere ähnliche Fragen sind von den Erdforschern aufgeworfen, bejaht, verneint und umstritten worden. Eine große Zahl derselben hat sogar das Unwahrscheinliche behauptet, daß die Erde durchaus fest, entweder von Anfang an oder doch längst erstarrt sei. Wir ziehen der Vertiefung in diese Räthsel das offene Geständniß vor, daß die Thatsachen zu ihrer Beantwortung noch in keiner Weise genügen. Ueber die hohe Wahrscheinlichkeit hinaus, daß im Erdinnern eine heiße, fast sicher glühend-flüssige Masse sich befinde, gibt es heute keine Theorie des Erdinnern, die die Verhältnisse desselben im Einzelnen uns

Digitized by Google

näher zu bringen vermöchte als an die äußerste Grenze der Vermuthung.

Sehen wir zu, ob nicht aus den Wirkungen dieses Inneren auf die Oberfläche der Erde vielleicht ein etwas lichterer Schimmer der Wahrheit zu erwarten sein möchte.

VIII.

Wirkungen des Erdinnern nach Außen: Vulkanische Erscheinungen.

Bildung von Vulkanen und vulkanischen Inseln. Die Thätigkeit der Vulkane. Die vorbereitende Thätigkeit: Gasaushauchungen. Rauch. Auf- und Niedersteigen der Lava. Der Ausbruch. Erschütterungen. Geräusche. Rauchsäule. Aschenregen. Gewitter. Schlammströme. Lapilli-Bomben. Lava-Erguß. Zeitdauer. Häufigkeit. Wirkungen der Vulkanausbrüche. Erhöhung und Einsenkung der Erdoberfläche. Seenbildung. Zerstörung menschlicher Werke. Bau der Vulkane. Der Schlot. Der Vulkankegel. Der Krater. Parasitische Vulkane. Doppelvulkane. Atrio. Caldera. Größenverhältnisse. Vertheilung und Verbreitung der Vulkane. Theorie der Vulkane. Die Schlammvulkane. Die Maare.

Wie man auch theoretisch denken mag über die so vielumstrittene Beschaffenheit des Erdinnern, praktisch wird man sich mit demselben immer zu beschäftigen haben. Es läßt sich nicht ignoriren. Noch ist die Erdoberfläche sich nicht ganz selbst überlassen, sondern in den verschiedensten Formen wirkt das Unbekannte, nur an seinen Symptomen zu Erkennende von innen heraus, und diese Wirkungen sind nicht bloß gewaltig durch ihre Unberechenbarkeit und ihre vorwiegend zerstörenden Folgen, sondern es wohnt ihnen auch als den Ausläufern verflossener Abschnitte der Erdgeschichte eine gewisse historische Würde und Bedeutung inne, welche bei aller Unbekanntheit mit ihrer Grundlage ihnen von je ein hohes geistiges Interesse entgegenbringen ließ.

Digitized by Google

Im Verlauf derjenigen Zeit, welche wir die historische nennen, weil wir geschriebene Ueberlieferungen von ihr haben, und im Verlauf, was mehr heißen will, der wissenschaftlichen Epoche, d. h. derjenigen, in welcher man schon die Kunst der Beobachtung und das Gewissen für wahrheitstreue Aufzeichnung besaß, hat sich öfter ein Vorgang ereignet, welcher etwa in folgenden Zügen beschrieben werden kann: Der vorher feste Erdboden zeigte sich heftiger und immer heftiger werdenden Erschütterungen ausgesetzt, die mit unterirdischem Getöse verbunden waren. Plötzlich geschah ein Stoß, der heftiger war als alle früheren, es wurde ein Stück Erdoberfläche emporgeschleudert und ein Spalt gebildet, aus welchem Dampf, Rauch, Flammen, glühende Gesteinsstücke, Gerölle, Sandmassen und in den meisten Fällen auch eine glühendflüssige Gesteinsmasse (Lava) sich ergoß, die rasch an der Luft erstarrte. Diese Erschütterungen und Ergüsse, einmal begonnen, setzten sich in der Regel lange Zeit fort und haben in den meisten Fällen selbst nach Jahrhunderten noch nicht aufgehört. Sie häuften immer größere Massen von Schutt und Lava um die Erdspalte auf und bildeten mit der Zeit auf diese Weise einen aufgeschütteten kegelförmigen Berg mit einer Oeffnung in seinem Gipfel: einen Vulkan.

Man hat diesen Vorgang allerdings weitaus am häufigsten in der nächsten Nachbarschaft von schon vorhandenen Vulkanen beobachtet, aber er hat sich auch mehr als einmal in Gegenden ereignet, welche weit von jedem Vulkan entlegen sind. So hat sich im Innern Mexiko's, im heutigen Staate Michoacan, 1759 eine Vulkangruppe gebildet, deren höchster Kegel, der Jorullo, 480 Meter über seiner Umgebung und ca. 1300 Meter über dem Meere hoch ist. Aehnlich ist 1770 der 800 Meter hohe Vulkan Isalco bei San Salvator plötzlich entstanden. Der Monte Nuovo bei Neapel ist auch erst 1538 entstanden, aber er ist zu nahe beim Vesuv und überhaupt zu sehr inmitten der Vulkanregion des Meerbusens von Neapel gelegen, um nicht als ein Erzeugniß der hier längst thätigen vulkanischen Kräfte zu erscheinen. Die Japaner behaupten, daß ihr höchster Berg und Vulkan, der Fusi-Yama (3729 Meter) im Jahr 285 v. Chr. plötzlich entstanden sei, und aus griechischen Geschichtschreibern erfahren wir von der Neubildung

Digitized by Google

eines Berges, der jetzt fast 200 Meter mißt, auf der Halbinsel Methana in Griechenland.

Solche Bergaufschüttungen haben da, wo sie im Meere stattfanden, natürlicherweise zur Bildung von Inseln Anlaß geben müssen, und auch über solche hat man Nachrichten, wenn auch diese jungen Inseln oft schon kurz nach ihrer Entstehung wieder von den Meereswellen verschlungen worden sind. Einige indessen sind bestehen geblieben und legen noch eindrücklicher als die Berge Zeugniß ab von der Bildungs- und Schöpfungskraft, welche den Mächten der Unterwelt noch immer innewohnt. Auch hier sind am häufigsten diejenigen, welche in nächster Nähe von schon vorhandenen vulkanischen Inseln neuentstanden sind. Trotzdem haben die Neubildung einer vulkanischen Insel in der Gruppe der Liparen um 200 v. Chr., derselben Gruppe, welcher der Stromboli angehört, sowie die Entstehung mehrerer über 100 Meter hoher Eilande in der wallartig schmalen und zugebogenen Insel Santorin oder Thera um 198 v. Chr. und später genug Aufsehen erregt, um einige Schriftsteller des Alterthums, die sonst wenig Aufmerksamkeit für Naturerscheinungen übrig hatten, zu Schilderungen zu veranlassen. In der Gruppe der Azoren sind in historischer Zeit mehrere Vulkan-Inseln aufgetaucht, zuletzt noch eine von 1500 Meter Umfang und 100 Meter Höhe 1811, aber das Meer, das sie geboren, verschlang sie auch wieder. So hat auch 1210, 1240 und 1783 Inselbildung bei Island stattgefunden, aber ohne daß die Neugebilde sich erhalten hätten. Auch jene vielleicht mit mehr Aufmerksamkeit als alle andern verfolgte Inselbildung im mittelländischen Meere, südlich von Sicilien, welche 1831 ein Ferdinandea getauftes kurzlebiges Eiland emporsteigen ließ, und in schwächerem Maße 1863 sich wiederholte, ist ohne dauerndes Ergebniß geblieben. Ueberhaupt ist die einzige größere und bleibende Insel, von deren vulkanischer Entstehung man genaue Kunde hat, ein allem Anschein nach dauerndes Gebilde, die Insel Iwan Bogoslaw in der Kette der Aleuten, westlich von der großen Insel Unalaschka, welche von 1796—1823 durch unterseeische Vulkanausbrüche gebildet wurde. 1819 hatte dieselbe eine geographische Meile Umfang und gegen 700 Meter Höhe und zugleich war der Meeresboden rings umher bedeutend erhöht

Digitized by Google

worden. 1832 war aber auch sie bereits erheblich kleiner geworden.

In allen diesen Fällen war das Ergebniß, wenn es ein bleibendes war, dasselbe, welches wir im Eingang bezeichneten: Ein Berg, welcher einen Canal umschließt, der in die Tiefe führt. Wir kennen viele solcher Berge auf der Erde und schreiben ihnen dieselbe Entstehung zu. Es ist nicht bloß ihr im Wesentlichen übereinstimmender Bau, welcher dieß thun läßt, sondern etwas Bedeutenderes, das ihnen allen gemein ist: Ihre Thätigkeit. Denn diese hört nicht auf mit der Aufschüttung des Berges oder der Insel, sondern wirkt fort und fort aus der Tiefe durch den Canal herauf, aus dem auch das erste Material der Aufschüttung hervorgebrochen war, und sie ist sogar die hervorragendste und geographisch folgenreichste unter den Eigenschaften der Vulkane. Dieselbe vollzieht sich in sehr verschiedener Art und Abstufung. Man nennt zwar gewöhnlich nur diejenigen Vulkane thätig, durch welche wirkliche Ausbrüche oder Eruptionen sich vollziehen, und faßt als unthätige Vulkane alle diejenigen zusammen, welche seit längerer oder kürzerer Zeit keinen Ausbruch mehr gehabt haben, während man als erloschene diejenigen bezeichnet, welche seit so langer Zeit nicht mehr ausgeworfen haben, daß man sich berechtigt glaubt, auch an ihrer ferneren Thätigkeit zu zweifeln. Zwar haben schon zahlreiche und sehr eindringliche Erfahrungen das Trügerische des Schlusses gezeigt, den man von langer Ruhe eines Vulkanes auf sein vollständiges Erloschensein ziehen zu dürfen meint, aber man bleibt nichtsdestoweniger bei diesem kurzsichtigen Sprachgebrauch. Allerdings ist der Ausbruch eines Vulkans der Gipfel seiner Thätigkeit, wie er ja überhaupt die denkbar großartigste, gewaltigste aller Naturerscheinungen ist; was vorangeht und nachfolgt, ist nur wie das Zittern vor und nach einem heftigen Krampf; aber immerhin, es ist kein Ruhezustand. Ein Vulkan, der nicht ganz erkaltet und erstorben ist, befindet sich, streng genommen, immer im Ausbruch, denn er haucht stets Wärme, Dämpfe, Rauch, kurz irgend welche aus den Tiefen kommende Stoffe aus; nur thut er es gleichmäßiger und in viel geringerem Maße als beim Ausbruche selbst. Man könnte von ihm sagen, er befinde sich im Schlaf

Digitized by Google

und zwar in unruhigem Schlaf, aber man dürfte ihn nicht unthätig oder gar erloschen nennen. Er ist nicht erstorben.

Betrachten wir zunächst die milderen Thätigkeits-Aeußerungen der Vulkane. Sie selber und ihre Umgebungen werden sehr oft von stärkeren und leichteren Erdbeben bewegt. Ein leises Zittern, zu- und abnehmend, währt oft Wochen hindurch mit wenig Unterbrechungen. Noch andauernder ist das Ausstoßen von Rauch aus dem Krater. Manche Vulkane rauchen nahezu beständig, andere thun es periodenweise. Der Rauch, der ihnen dabei entquillt, ist gleichsam eine Verdünnung des dicken und massigen Rauches, der die Ausbrüche begleitet; gleich ihm ist er hauptsächlich aus feinen Aschenbestandtheilen (s. u.) zusammengesetzt. Im Krater und an den Flanken und in der näheren Nachbarschaft des Vulkanes werden noch manche andere Stoffe ausgestoßen, meist Gase, die natürlicherweise selbst da noch Wege finden, wo die Lava oder der Aschenrauch nicht mehr durchzudringen vermögen. Am häufigsten darunter sind Wasser, Chlorwasserstoff, Kohlensäure, Salmiak, Schwefelwasserstoff. Wie Quellen entströmen diese Gase den Ritzen und Klüften im Boden, nur daß sie sich entweder flüchtig in der Luft erheben oder an der kalten Oberfläche sich verdichten. Im letzteren Fall entstehen besonders häufig Anflüge oder Ausblühungen von Salmiak, Schwefel, Eisenchlorid. Die Gasquellen, welche diese und noch manche andere Stoffe aushauchen, heißen allgemein Solfataren nach dem in der Gegend von Neapel üblichen Namen für Schwefelwasserstoffgas-Quellen. Die Quellen von Kohlensäure nennt man Mofetten. Unbedeutend, wie alle diese Aeußerungen der unterirdischen Kräfte im Vergleich zu den eigentlichen Ausbrüchen sein mögen, sind sie doch mehr als hinreichend, um den Stätten, wo sie stattfinden, einen scharf ausgeprägten Charakter zu verleihen, der eben nur vulkanisch sein kann. Das Geräusch der oft mit Zischen entweichenden Gase, die mephitischen Dünste, die grellen Farben der Schwefel- und Chloridausblühungen sind würdige Anzeichen der zerstörendsten und unberechenbarsten von allen Kräften, welche auf die Erdoberfläche wirken: „Der Eindruck, welchen ein solcher mit stinkenden Dämpfen, mit Schwefelkrusten und Salzen erfüllter und bunt bekleideter

Digitized by Google

Krater auf die Phantasie macht, ist in hohem Grade ergreifend. Die Alten glaubten sich an solchen Stellen an den Pforten der Unterwelt und nannten daher den Krater der Solfatara Forum Vulcani" (Friedrich Hofmann).

Diese vergleichsweise sehr mäßige Thätigkeit pflegt am stärksten zu sein nach einem Ausbruch, findet aber auch noch in und an Vulkanen statt, welche Jahrhunderte ruhig gelegen haben. An vielen mag sie allmählich abnehmen. Selten sind die Vulkane, wo auch ein langsames Auf- und Niedersteigen der Lava im Krater sich diesen ruhigen, dauernden Thätigkeitsäußerungen gesellt. Fast stets tritt sie nur bei den Ausbrüchen hervor. Aber im Krater des Kilauea auf Hawaii wogen Lavaseen, von denen einer 500 Meter breit ist. Die Lava ist hier so flüssig wie Wasser, leuchtet mit weißer Glut und ist in beständigem Auf- und Niederwogen begriffen. Die Ruhe dieses seltsam großartigen Schauspiels wird nur durch die Explosion von Schlackenblasen unterbrochen.

Den Ausbruch des Vulkanes kündigen gewisse Vorzeichen an, gleichsam die ersten Versuche der unterirdischen Kräfte, die Decke zu sprengen, die sie eingeschlossen hält. Es machen sich Erschütterungen des Bodens, Erdbeben, fühlbar, manchmal leise und nur in nächster Nähe des Berges, manchmal über weite Gebiete sich ausbreitend und mit verheerender Kraft. Die Stärke des Widerstandes, der dem Ausbruche sich entgegensetzt, scheint häufig die Heftigkeit dieser Erschütterungen zu bestimmen. Wenigstens hat man vor Vulkanausbrüchen, die nach langen Ruhezeiten eintraten, wo also wahrscheinlich die Erkaltung und Erstarrung der den Krater von oben her verschließenden Massen weit vorgeschritten war, äußerst heftige Erdbeben beobachtet. Uebrigens sind die Erdbeben nicht bloß Vorboten des Ausbruches, sondern sie gehören überhaupt zu den wesentlichen Eigenschaften der Vulkane und Vulkanregionen, wo sie sehr häufig für sich allein und ohne Begleitung anderer Erscheinungen auftreten. Sie können sich zu explosiver Heftigkeit steigern. Der Tambora auf Sumbawa warf beim Ausbruche von 1815 „sein grünes Haupt ab", wie Junghuhn sich ausdrückt, und wurde dadurch um ein volles Drittel niedriger. Beim Ausbruch von 1669

Digitized by Google

zerriß ein explosives Erdbeben den Aetna vom Gipfel bis zum Fuß. Es bildete sich eine Spalte von 3 Meilen Länge und 2 Meter Breite. Die äußeren Formen mancher Vulkane tragen die Spuren solcher Explosionen deutlich an sich. Es war, um nur ein einziges hervorragendes Beispiel zu nennen, der Vesuv den Alten nicht als Vulkan bekannt bis zu seinem Ausbruch im Jahr 79 n. Chr.; er muß also sehr ruhig gewesen sein. Aber Erdbeben waren in seiner Umgebung häufig genug. So schreibt Plinius im zweiten seiner Briefe an Tacitus: „Viele Tage vorher (d. h. vor der Eruption von 79) waren Erdstöße verspürt worden, die weniger Schrecken verursachten, weil sie in Campanien eine gewöhnliche Erscheinung sind."

Wahrscheinlich ist es eine Folge dieser Erschütterungen, wenn öfters vor einem Ausbruch die Quellen und Brunnen ausbleiben oder wenn neue Quellen entstehen. Beides ist durch Lageveränderungen gewisser Theile des Erdinnern zu erklären. Auch die unterirdischen Geräusche, welche man hört, sind wohl meist durch Erdbeben verursacht. Sie übertreffen oft weit den wüthendsten Donner an Gewalt des Schalles und scheinen überhaupt die stärksten Töne zu sein, die man auf der Erde vernimmt. Wenigstens sind sie viel weiter hörbar als alle anderen. Das Gebrüll des Cosiguina war 1835 wie unterirdischer Donner selbst in Bogotá, 230 Meilen weit, hörbar, und das des Cotopaxi 1744 bis Honda, 109 Meilen. Oft ist dieß Geräusch ein vollendetes Brüllen, wie Donner, oft lassen sich einzelne Schläge unterscheiden, wie bei einem Artilleriefeuer.

Ein weiteres Zeichen ist die Zunahme des Dampfes und Rauches, welche der Krater des Vulkanes aushaucht. Rauchte derselbe vorher nicht, so ist das Auftreten einer wenn auch leichten Rauchsäule fast immer ein Zeichen beginnender Ausbruchsthätigkeit. Dieser Rauch, welcher aus Dampf besteht, der Asche, Sand und später sogar größere Schlacken mit emporreißt, verdichtet sich immer mehr und wird dadurch immer dunkler. Indem der Dampf die festen Bestandtheile, die er umschließt, erst mit starker Kraft emporführt, um dann bei abnehmender Kraft dieselben langsam fallen zu lassen, breiten dieselben in gewisser Höhe sich

Digitized by Google

wolkenartig aus und bieten dann jenes oft wiederholte Bild, welches der jüngere Plinius in einem berühmten, den Vesuvausbruch von 79 n. Chr. schildernden Briefe an Tacitus mit folgenden Worten gibt: „Die Wolke erhob sich in einer Form, deren Ansehen und Gestalt kein anderer Baum besser bezeichnen dürfte als die Pinie. Denn wie auf einem sehr hohen Stamm sich erhebend, breitete sie sich oben in einzelne Zweige aus." Diese Wolke erreicht in ihrer größten Entwicklung oft eine Höhe von mehreren 1000 Metern. Bei Vesuvausbrüchen soll sie diesen 1268 Meter hohen Berg öfters um das Doppelte überragt haben. Drei weitere Erscheinungen gehen aus ihr hervor: der Aschenregen, welcher, wie man leicht begreift, dadurch entsteht, daß die in der Wolke umschlossene vulkanische Asche, der Sand, der Grus, den sie emporführt, aus einer gewissen Höhe niederfällt. Oft führt der Wind dieselbe weit weg. Beim Vesuvausbruch von 1631 wurde die Asche bis nach Konstantinopel, also 157 geographische Meilen weit, vertragen, ja, beim Ausbruch des Tambora auf Sumbawa in 1815 gelangte Asche 240 geographische Meilen bis nach Benkulen auf der Westküste von Sumatra. Natürlich ist aber dieser seltsame Regen am stärksten in unmittelbarer Nähe des Vulkanes selbst. Bei dem letzterwähnten Vulkanausbruch auf Sumbawa lag die Asche über 1 Meter hoch am Fuße des Berges, aber selbst auf der Ostküste von Java fand man sie noch zu ¼ Meter aufgehäuft und es ist nicht bloß berechnet worden, daß dieser Aschenregen über 46,000 □Meilen sich erstreckt habe, sondern auch, daß dieselbe genügt haben würde, 30 Berge von der Höhe des Vesuv aufzuschütten. Was das Material eines solchen Regens anbelangt, so muß man unter Asche hier nicht feinen staubartigen Stoff verstehen, wie wir ihn als Rückstand des Holz- oder Kohlenfeuers kennen. Der Ausdruck Asche ist weder in dieser Beziehung, noch in irgend einer anderen zutreffend. Sie ist, kurz gesagt, nichts anderes, als zerriebene oder zertrümmerte Lava. In Folge dessen ist sie sandähnlich, enthält aber immer auch gröbere Mischbestandtheile und sehr häufig beginnt sie in fein zertheiltem Zustande zu fallen, um allmählich gröber zu werden, bis zuletzt mehr Schlacken und andere Gesteinsstücke von Erbsen- bis Faustgröße (Lapilli) hernieder-

Digitized by Google

kommen. Ueber ihre Menge ist schon gesprochen. Allein schon die Weite des Raumes, über den sie sich manchmal ausbreitet, wenn auch in unmerklich dünner Schicht, mag einen Begriff von ihrer Menge geben.

Die Dampfsäule, welche diese Massen in die Höhe führt, kühlt sich ab und verdichtet sich, indem sie in die höheren Regionen kommt und erfährt damit dieselben Einflüsse, welche auch unter anderen Umständen Gewitter erzeugen. Es ist außerdem bekannt, daß Dampf, der mit großer Geschwindigkeit kleinen Oeffnungen entströmt, durch die Reibung eine Masse Elektricität entwickelt. Endlich kommt die Reibung der aufgeschleuderten Massen hinzu, welche in demselben Sinne zu wirken vermag. So gibt es also einige Quellen der Entstehung von Elektricität und damit der Gewitterbildung in den vulkanischen Ausbrüchen und in der That scheinen die Gewitter zu den nie fehlenden Begleitungserscheinungen der letzteren zu gehören. Die Blitze, die durch die schwarze Rauchwolke hin und wieder oder zur Erde zucken, und der Donner, der unaufhörlich rollt, vermehren die Schauer und Schrecken der Vulkanausbrüche. Und nachdem der Wasserdampf sich verdichtet hat, stürzt er in Form heftiger Regengüsse herab, die Regentropfen mischen sich mit der Asche und es fällt ein Schlammregen, während die auf den Vulkan stürzenden Wassergüsse ebenfalls Aschenmassen mit sich reißen, um dann als Schlammströme sich in die Thäler hinabzuwälzen. Wir werden bei der Aufzählung der dauernden Wirkungen der vulkanischen Thätigkeit diese verflüssigte Gestalt der Asche als eines der zerstörendsten Werkzeuge der mächtigen Naturkraft zu verzeichnen haben.

Den Gipfel erreicht der Vulkanausbruch in der Regel erst mit dem Hervorbrechen der Lava, welche entweder dem Hauptkrater am Gipfel des Vulkanes oder, und zwar ist dieß häufiger, irgend einer älteren oder neugebildeten Spalte an den Seiten oder sogar am Fuß desselben entquillt. Lavafetzen in der verschiedensten Gestalt, entweder fladenartig, oder in Folge der raschen Bewegung durch die Luft und um sich selbst kugel- oder spindelförmig zugerundet (Bomben), werden oft schon mit der Asche ausgeworfen und geben der pinienförmigen Wolke durch ihr feuriges Aufprasseln und ihre

Digitized by Google

Fig. 3. Ausbruch des Vesuv am 27. April 1872. — Nach Original-Photographie von Sommer in Neapel.

Digitized by Google

raketenförmigen Bahnen ein noch drohenderes Ansehen. Man findet solche Bomben von mehr als Centner Schwere und sie machen Wege von mehreren 1000 Metern in der Luft, ehe sie niederfallen. Aber noch mehr als sie verstärkt den fürchterlich großartigen Eindruck des Ausbruches der Feuerschein, welcher, aus der Tiefe des Kraters heraufleuchtend, die am Tag schwarze Rauchwolke nächtlich mit den Flammenfarben anstrahlt. Alles zusammen: diese schwere, halb düstere, halb glühende und leuchtende Wolke, die Feuergarbe der Bomben und Schlackenstücke, die Blitze, das Donnern, das manchmal gräßlich brüllende Geräusch in der Tiefe, der Aschenregen, der sich bis zum prasselnden Fall von Gesteinsbrocken steigern kann, vielleicht dazu noch Regengüsse, endlich bei Tage die Verfinsterung des Himmels durch die vulkanische Rauchwolke — es sind die Elemente des gewaltigsten und in grauenerregendem Sinne eindrucksvollsten Bildes, das die Natur jemals bietet.

Nun erst erfolgt in der Regel der Lavaerguß, der an und für sich meist eine viel ruhigere Erscheinung ist. Am ruhigsten geschieht der Lavaerguß aus dem Hauptkrater, wo alle übrigen Ausbruchs-Erscheinungen so mächtig sind, daß dieses Ueber- und Abfließen gewöhnlich nicht eher bemerklich wird, als bis die feurige Masse sich den Berg hinabwälzt. Geschieht es aber an der Seite, wo er sich meist erst eine neue Oeffnung durchzubrechen hat, so geht oft unter starkem, dröhnendem Erdbeben eine Explosion voran, die nebst einem Stück Erdboden Theile der glühenden Lava mit aufreißt und auf welche dann erst der Ausfluß folgt. Ein wunderbares, aber seltenes Schauspiel gewähren Lavastrahlen, die durch enge Spalten durchgedrängt wie Springbrunnen aufsteigen, um dann aus beträchtlicher Höhe wie ein Feuerregen herniederzufallen. Je größer aber der Lavastrom wird, desto mehr trägt er zum Gesammteindruck des Bildes bei. Seine sich immer weiter ausbreitenden Glühmassen, die sich mit dichtem Schwaden bedecken, das Geprassel und Gekrach, mit dem er seine eigene Erstarrungskruste vor sich herschiebt und oft wieder durchbricht, das Aufflammen brennbarer Gegenstände, die ihm im Wege stehen, die Schrecken endlich, die sein Vordringen in die Wohnstätten der Menschen

Digitized by Google

begleiten, die Flucht, zu der sein Herrannahen zwingt — sie gehören nicht bloß an sich zu den gewaltigsten Erscheinungen eines Vulkanausbruches, sondern sie greifen auch mit am tiefsten in die Geschicke der Menschen ein, die im Wirkungskreise eines solchen Ereignisses leben. Im Anfang kann sich die Lava rascher als schnell fließendes Wasser bewegen, sie ist dann bis zum Weißglühen heiß und in Folge dessen sehr leichtflüssig. Ihre Wärme beim Ausfließen wird nicht unter 2000° C. sein. Aber sie kühlt sich rasch an der Oberfläche. Je tiefer sie herab gelangt, desto mehr erkaltet sie und desto langsamer wird ihr Fließen. Aber dieses immer mehr sich verlangsamende Fließen, das mehr ein Fortschieben als Fließen ist, kann sehr lange fortdauern. Ein Lavastrom des Aetnaausbruches von 1819 machte 9 Monate nach dem Ausbruch nicht ganz 1 Meter in der Stunde, und ein Strom des Aetnaausbruches von 1641 schob sich nach 10 Jahren noch unmerklich fort. Solche Ströme haben sich dann schon längst überall mit einer Erstarrungskruste bedeckt, in welcher sie sich bewegen wie in einem Sack. Auf der Vesuvlava von 1872 konnte man schon 3—4 Tage nach dem Ausfluß umhergehen. Am unteren Ende und an den Seiten hat sich vom Anfang an die erstarrte Schlackenmasse aufgestaut und dammartige Erhöhungen gebildet, deren Gestalt und Lage viel Aehnliches mit den Seiten- und Stirnmoränen eines Gletschers hat. An Gletscher erinnert auch das langsame Vordrängen eines Lavastromes sammt all' seinem Schutt, den er mitschiebt oder mitträgt. Aber ungemein lange erhält sich im Innern die Glut und erzeugt Gase, die oft mit Gewalt sich Bahn machen, indem sie die Decke des Stromes zu kleinen Kratern aufthürmen.

Der Lavaerguß kann längere Zeit dauern, wie schon die Massenhaftigkeit gewisser Lavaströme vermuthen läßt. Am Maunaloa ist einer von 13 Meilen gemessen, während die Vesuvströme 1 Meile nicht überschreiten. Im Ganzen ist aber ihre Masse viel geringer als die der übrigen Auswürfe. Aber mit dem Lavaerguß schließt der eigentliche Ausbruch ab. Es tritt vielleicht noch einmal ein leichter, oft längere Tage währender Aschenregen ein, aber dann versinkt der Vulkan in das „Solfatarenstadium", er steigt herab von der Höhe ur-

Digitized by Google

gewaltiger Thätigkeit auf die Stufe der Gasquellen und des zeitweiligen Erbebens. Er röchelt nur noch.

So ungefähr vollzieht sich also der normale Vulkanausbruch. Drei Stufen charakterisiren denselben: Erdbeben (nebst den kleineren Vorzeichen), Aschen- und Feuerregen, Lavaerguß. Aber nicht jeder Vulkanausbruch folgt streng dieser Regel. Es gibt eine große Anzahl von Vulkanen, welche keine Lava ergießen, sondern nur Asche, Schlacken, Bomben auswerfen. Bei andern tritt die Lava sogleich hervor und ein leichter Aschenregen bezeichnet höchstens das Ende des Ausbruches, kann aber auch ganz fehlen. Gewisse Nebenumstände sind im Stande, einige neue Züge hinzuzufügen. Hierzu gehört vorzüglich das Schmelzen der Schnee- und Eismassen, die auf höheren Vulkanen angehäuft liegen und oft schon vor dem Ausbruch durch die allmählich sich steigernde unterirdische Wärme in Fluß gerathen. Die gewaltigen Wassermassen, welche so plötzlich losgelassen werden und auf ihrem Wege thalwärts die lockeren Massen älterer vulkanischer Auswürfe sammt der jetzt hervorströmenden „Asche" mit sich reißen, kommen als verheerende Schlammströme unten an. Bei hohen, mit ewiger Schneedecke verhüllten Vulkanen, wie dem Cotopaxi, hat öfters der rasche Weggang des Schnees den nahenden Ausbruch verkündet. Daß außer dem Feuerschein, der in der Rauchwolke sich spiegelt, den Blitzen und den glühenden umhergeschleuderten Massen, auch selbstständig brennende Flammen bei den Vulkanausbrüchen auftreten, kann heute nicht mehr geläugnet werden. Sie scheinen nicht häufig zu sein, aber man hat nicht nur bläuliche und gelbliche Flammen oft genug hervorbrechen sehen, sondern man kennt auch wenigstens ein brennbares Gas unter den Ausbruchsstoffen: den Wasserstoff.

Die Zeitdauer eines Ausbruches ist sehr verschieden. Die gewöhnlichen Vesuvausbrüche nehmen, von den stärkeren Erschütterungen und Getösen an gerechnet bis zum Aufhören des Ausfließens der Lava gewöhnlich nicht mehr als 3—6 Tage, die Aetnaausbrüche bis zu 10 Tagen in Anspruch. Doch gibt es Ausbruchsperioden, in denen mit kurzen Pausen die Ausbrüche sich immer wiederholen; aber dieselben sind dann von mäßiger Stärke und beschränken sich oft auf bloße Aschen-

Digitized by Google

und Steinauswürfe von geringer Dauer und ohne Lavaerguß. So gibt es sogar Vulkane, die, seit man sie kennt, in ununterbrochener, aber mäßiger Thätigkeit sind. Ihre Ausbrüche folgen sich wie die Schläge des Pulses. Der Stromboli (auf den Liparischen Inseln nördlich von Sicilien) wirft ungefähr alle 8 Minuten eine Garbe von Steinen und Sand in die Höhe, welche des Nachts vom Widerschein der unterirdischen Glut feurig leuchtet, und beständig umschwebt eine Rauchwolke seinen Gipfel. Aehnlich sind der Sangay in Süd- und der Isalco in Mittelamerika in beständiger pulsirender Thätigkeit.

Fast ohne alle Regel sind aber die Pausen zwischen den größeren Ausbrüchen, ausgenommen bei den ebenerwähnten Vulkanen, welche eine gewissermaßen pulsirende Thätigkeit haben. Die übrigen sind vollkommen unberechenbar hinsichtlich der Wiederkehr ihrer Ausbrüche. Der Vesuv hatte bis 79 n. Chr. keinen Ausbruch gehabt, soweit die geschichtlichen Nachrichten reichen. Dann folgten in verschiedenen Zwischenräumen 6 Ausbrüche bis 1036, auf welche weitere 1049, 1138, 1306, 1500 und 1631 folgten. Der letztere war der erste heftige Ausbruch seit mehr als 400 Jahren, ihm folgte ein weiterer 1666 und seitdem sind durchschnittlich alle 10 Jahre Ausbrüche von fast stets nicht unbedeutender Stärke gefolgt. Anders ist die Geschichte des Aetna. Dieser ist thätig, soweit die Ueberlieferung geht. Thukydides berichtet von einem Ausbruch von 425 v. Chr., ein anderer fand 475 v. Chr. statt. In unserem Jahrhundert hat er 1811, 1819, 1832, 1838, 1842, 1852, 1865 und 1874 Ausbrüche gehabt. Dieß ist eine starke Thätigkeit. Die großen Vulkane Süd- und Mittelamerika's haben im Gegensatz dazu nur etwa alle 100 Jahre einen Ausbruch, so auch der Hekla. Auch die meisten großen Vulkane der Sunda-Inseln lassen in der Regel Reihen von Jahrzehnten verstreichen von einem Ausbruche bis zum andern. Jene puls- oder athemartig regelmäßig und häufig sich wiederholenden Ausbrüche des Stromboli, Sangay u. a. sind nicht entfernt den großen Ausbrüchen der seltener speienden Feuerberge zu vergleichen; es findet dabei in der Regel kein Lavaausfluß, kein starkes Erdbeben u. dgl. statt, sondern die ganze Thätigkeit beschränkt sich auf Auswerfen von Steinen, Sand

Digitized by Google

und Staub und verhält sich zu jenen anderen wie die Aufeinanderfolge der Blasen beim Kochen einer dicken Masse, die zerspritzend platzen, zur Explosion eines Dampfkessels.

Für eine geographische Betrachtung werden natürlich immer die dauernden Wirkungen der Vulkanausbrüche die größte Bedeutung beanspruchen, denn sie sind es, welche in das Angesicht der Erde bleibende neue Züge eingraben. Die wichtigste von ihnen wird stets der Aufbau neuer Berge und Inseln sein. Rechnet man thätige und erloschene Vulkane zusammen, so geht ihre Zahl in viele Tausende. Nicht bloß sind vorher ebene Gegenden durch sie mit Erhöhungen von oft beträchtlicher Größe bedeckt worden (Umgebung von Neapel, Gebiet des Aetna), sondern es haben auch ganze Gebirge durch aufgesetzte Vulkankegel eine größere Höhe und Mannigfaltigkeit erlangt als sie ohnehin besitzen würden, und endlich sind Inseln im Meere entstanden, für deren Vorhandensein anders gar kein Grund sein würde. Dieß sind aber gleichsam nur die concentrirten Bereicherungen der Erdoberfläche, hinter welchen die mehr in die Breite gehenden kaum zurückstehen. Wir haben die weiten Erstreckungen kennen gelernt, welche Lavafelder erreichen können, ebenso die Tausende von □Meilen, über welche die Aschenregen sich ausbreiten, und es gibt gewiß wenige Gebiete, so beschränkt auch heute die Oertlichkeiten der vulkanischen Thätigkeit sein mögen, welche niemals auf diese Weise auch nur eine leichte Bereicherung und zugleich eine Veränderung ihres Bodens erfahren haben. In früheren geologischen Perioden scheinen noch viel gewaltigere Lavamassen geflossen zu sein als heute, wie die ausgedehnten Lavafelder oder Lavaplateaux z. B. in Nordcalifornien andeuten. Nicht bloß darin liegt die Bedeutung dieser Veränderung, daß der Erdboden vermehrt, erhöht, sondern auch darin, daß er stofflich verändert wird. Die vulkanischen Kräfte bringen neue Stoffe an die Oberfläche der alten Erde herauf und wenn es auch Jahrhunderte braucht, bis ein Lavastrom verwittert, so bietet er dann nach Jahrtausenden einen um so fruchtbareren Boden. Rascher wird natürlich in dieser Beziehung die Asche verwerthet. Die Fruchtbarkeit Campaniens und der griechischen Vulkaninseln und besonders die bemerkenswerthe Dauer dieser Fruchtbarkeit ist gewiß hauptsächlich der immer sich erneuenden Mineral-

Digitized by Google

düngung durch vulkanische Asche zu danken. Uebrigens sorgt die vulkanische Thätigkeit selber für die Beförderung der Verwitterungsvorgänge, denn die Gasquellen, die Thermen, die leichten Erschütterungen, Zerklüftungen u. s. f., welche sie hervorruft, helfen alle die Zersetzung der von unten und innen heraufgebrachten Gesteine beschleunigen. Neben den Erhebungen des Bodens bewirkt aber die vulkanische Thätigkeit auch Senkungen, Spalten und Höhlenbildungen. Einsenkungen von beträchtlicher Größe sind in den Vulkanregionen beobachtet. Daß Zerreißungen und Zertrümmerung der einmal gebildeten Vulkanberge ein gewöhnlicher Vorgang bei heftigeren Erdbeben ist, haben wir gesehen. Ebenso erfuhren wir, daß Höhlen in den Lavaströmen durch ungleichmäßige Bewegung dieser letzteren entstehen können. Jene Vertiefungen können Anlaß zur Bildung von Seen geben, indem das Wasser in ihnen sich ansammelt (Lago d'Agnano bei Neapel, Monosee in Nevada), aber größere Seen sind oft schon dadurch gebildet worden, daß durch einen Lavastrom ein fließendes Wasser zum See gestaut wurde. Daß überhaupt alle die Höhenveränderungen an der Erdoberfläche, welche in so reichem Maße durch die vulkanischen Kräfte bewirkt werden, Rückwirkungen auf die hydrographischen und sogar die klimatischen Verhältnisse üben müssen, steht außer Frage. Es sind an sich wohl kleine Wirkungen, aber durch die Summe werden sie zweifellos bedeutend.

Mögen viele von diesen Veränderungen mit der Zeit dem Menschen heilsam werden, so ist doch die vulkanische Thätigkeit, solange sie währt, einer der schrecklichsten, weil unberechenbarsten Feinde seines Lebens und seines Besitzes. Ihm tritt sie mit dem Merkmal der unerbittlichen Zerstörung gegenüber. Es gibt zwar, wie wir gesehen haben, gewisse Vorzeichen bei einem Vulkanausbruche, aber das sind keine Erscheinungen von irgend welcher Nothwendigkeit, sondern sie können auch ausbleiben und manchmal treten sie auf, ohne daß ein Ausbruch erfolgt. Die Erschütterungen, die Rauchsäule u. s. w. können sehr schwache und auch äußerst heftige Ausbrüche anzeigen. Auch sind, vorzüglich für den Aschenregen bei großen Ausbrüchen, die Verbreitungsgrenzen soweit gezogen, daß selbst die deutlichsten Vorzeichen für die weiter entlegenen Punkte,

Digitized by Google

die er erreichen wird, nichts bedeuten wollen. Kurz, es kann von Vorberechnung keine Rede sein und thatsächlich gehören denn auch die Vulkanausbrüche zu den gerade durch ihr überfallartiges Auftreten gefürchteten Erscheinungen. Sie sind in dieser Beziehung nicht so gefährlich wie die Erdbeben, aber noch immer schrecklich genug.

Zerstörend sind oft schon die Erdbeben, welche dem Vulkanausbruch vorangehen. Wir werden davon im nächsten Abschnitt zu reden haben. Der Aschenregen, besonders in der Nähe des Vulkanes, wo glühende Schlacken und Steinbrocken ihm beigemischt sind, tödtet die Vögel in der Luft, begräbt die Aecker und Hütten, verursacht nicht selten Feuersbrünste. Selbst die Menschen vermögen ihm nicht immer zu entfliehen. Es scheint, daß der ältere Plinius durch Aschenregen, dem vielleicht erstickende Gase sich beimengten, beim Ausbruch von 79 n. Chr., seinen Tod fand. Selbst wo derselbe dünn fällt, tödtet die Asche die Vegetation, weil sie freie Säuren enthält, meist Chlorwasserstoff, welche durch die atmosphärische Feuchtigkeit wirksam gemacht werden. Die größeren Schleudertrümmer, die Bomben und Felsblöcke tödten natürlich alles, worauf sie niederfallen. Die Lavaströme bewegen sich in der Regel nicht so rasch, daß man ihnen nicht entfliehen könnte, und sie wirken mehr durch den schiebenden Druck der Massen, die sie vor sich hertreiben, als unmittelbar durch die Glut. Immerhin ist diese groß genug, um auf Entfernungen von mehreren Metern hin Holz zu verkohlen und Glas zu schmelzen. Verderblicher sind aber die Schlammströme (Lava d'acqua der Italiener), welche aus der Flüssigwerdung der Aschen- und Sandmassen des Vulkanes durch gewaltige Regengüsse oder Schneeschmelzen entstehen. Ihre Bewegung ist rascher und sie dringen in alle Spalten ein. Herculanum und Pompeji sind in dieser Weise begraben worden und die Höhe der sie bedeckenden Massen beträgt stellenweise 36 Meter! Die Schlammströme des Gelungung zerstörten 1822 114 Dörfer und mit ihnen eine herrlich angebaute Landschaft. Endlich sind noch die giftigen Dünste von Uebel, welche nicht bloß der Vulkan selbst, sondern auch die Lavaströme aushauchen: eine häufige Todesursache für Menschen, selbst noch lange nach dem eigentlichen Ausbruche.

Digitized by Google

Fragen wir nach dem Bau der Vulkane, so ist nach dem, was wir nun über ihre Thätigkeit und ihre daraus hervorgehende Entstehung und Vergrößerung wissen, kein Zweifel möglich über den wesentlichen Theil desselben. Dieß ist jedenfalls der Kanal, die Oeffnung, Kluft, Spalte oder wie man sie nennen mag, welche in die Tiefe hinabführt und aus welcher alle die Kräfte hervorwirken und alle die Stoffe emporsteigen, welche einen Vulkan ausmachen. Aber wie ist dieser Kanal seinerseits beschaffen? Darüber wissen wir nichts. Das einzige, was wir aus der Thätigkeitsweise der Vulkane schließen können, ist, daß der ursprüngliche Kanal nach einem Ausbruch sich häufig verstopft, so daß bei einem späteren Ausbruch erst die in ihm erhärteten oder sonst hineingelangten Massen hinausgeschleudert werden müssen; ferner, daß spätere Ausbrüche sich häufig anderer Kanäle bedienen, die sie durch Sprengung der Seiten des Berges sich öffnen, und endlich, daß bei fast keinem der Vulkanberge, bei denen der ursprüngliche, in der Mitte gelegene und an der Spitze mündende Kanal in bedeutender Höhe mündet, die Lava denselben noch benützt. Derselbe dient nur noch dem Rauch- und Aschenauswurf, während die Lava tiefer unten sich einen Weg sucht. Hinsichtlich der Form dieses Kanales will man aus dem Studium der alten, ihrer Tuff- und Schlackenhüllen entkleideten Basaltvulkane schließen, daß sie nicht eine einfache Röhre, sondern eine nach unten sich trichterförmig erweiternde Höhlung darstellen müsse, deren schmälster Theil in den Krater münde. Auch die Wahrscheinlichkeit spricht dafür, daß die glühflüssigen Lavamassen nicht längere Zeit in einer solchen Röhre verweilen können, ohne dieselbe gleichsam von innen her auszuschmelzen und zu erweitern. Von dieser Ausweitung, welche vor dem Ausbruch und während desselben mit flüssiger Lava gefüllt ist, führen dann die verschiedenen Kanäle an die Oberfläche. Die Trümmerwände explodirter Vulkane lassen noch derartige mit Lava gleichsam injicirte Adern deutlich in Form von verzweigten Gängen erkennen.

Wenn die Kanäle der für das Wesen des Vulkanes wichtigste von allen seinen Theilen sind, so ist der Vulkankegel der für die äußere Erscheinung am meisten hervor-

Digitized by Google

tretende, der eben deßhalb häufig für den bedeutendsten gehalten wird. Jedenfalls ist er höchst charakteristisch und bei aller Mannigfaltigkeit seines Aeußeren leicht kennbar. In der einfachsten Ausbildung ist er, kurz gesprochen, ein Schutthaufen, welcher rings um den Mittelkanal des Vulkans sich allmählich aufgebaut hat. Wir haben gesehen, wie Vulkane entstehen und wissen also, wie ihre Kegel sich bilden. Ein solcher einfachster Vulkankegel ist ein nach allen Seiten ziemlich gleichmäßig abfallender Hügel mit viel sanfterem Gefäll, als man so oft auf schlechten Bildern sieht. Man begreift übrigens leicht, daß ein solcher aufgeschütteter Kegel nicht sehr steil sein kann, denn Lava, Schlammströme, Asche strebt an ihm hinab und hinaus, und da seine Oberfläche locker ist, tragen die Schmelzwasser und Regengüsse noch viel davon immer weiter fort und abwärts. Man kann demnach sagen: Nicht die Steilheit und Höhe, sondern ganz im Gegentheil die Sanftheit und Breite sind die bezeichnenden Umrißmerkmale des Vulkankegels. Ebendeßhalb ist auch die Kegelform bezeichnend für sie. Es gibt auch sonst noch kegelförmige Berge, aber diese breite, sanft abfallende, regelmäßige Gestalt läßt fast sicher schon immer aus weiter Ferne den Vulkan vermuthen. Der Krater, die trichterförmige Einsenkung, welche meist an der Spitze liegt, ist allerdings noch bezeichnender, denn ihn haben nur Vulkane. Selten ist er seitlich, wie beim Stromboli, und selbst da ist er wahrscheinlich vom Gipfel heruntergerückt, dem er ursprünglich angehörte. Er bezeichnet die Mündung des Kanales, um welche die jeweils jüngsten Auswurfsmassen sich trichterförmig nach innen zu abfallend aufgebaut haben. Bei Vulkanen, die lange geruht haben, ist durch herabgeschwemmte Massen der Boden des Kraters ausgeebnet, so daß er mit den wallartigen Wänden rings umher eine Art von Amphitheater, unter Umständen auch von natürlichem befestigten Lager bildet. Oft sind diese Kraterebenen von großer Ausdehnung und es ist nicht unglaublich, wenn berichtet wird, daß Spartacus mit seinem Sklavenheere, 10,000 Mann stark, in dem Krater des damals seit Menschengedenken ruhig gewesenen Vesuves gelagert habe. Doch ist häufig durch Solfataren und Mofetten oder durch große Hitze der Aufenthalt im Krater nicht möglich. Aber jeder Ausbruch verändert

Digitized by Google

das Ansehen des Kraters. So bot der des Vesuvs nach dem Ausbruch von 1872 das Bild einer grausig zerrissenen Schlucht und schluchtenartig ist auch der des Orizaba. Oft hat der neue Ausbruch einen besonderen Auswurfskegel in dem alten Krater aufgeschüttet und dann hat man gewissermaßen einen Vulkan im Vulkan. Um so leichter ist dieß möglich, als der Krater in der Regel in einen lockeren und

Fig. 4. Der Aetna.

steileren Theil des Berges, den aus neueren Auswürfen aufgebauten Auswurfskegel, eingesenkt ist, welcher wie ein Aufsatz über dem älteren Theil des Berges sich erhebt. Wo öfters Ausbrüche seitlich stattgefunden haben, sind solche lockere und steilere Auswurfskegel in größerer Zahl den Flanken des Berges aufgesetzt. Der Hauptvulkan trägt dann jüngere und kleinere Vulkane, wie ein Baum die Knospen. Man nennt

Digitized by Google

sie mit nicht eben treffendem Ausdruck *parasitische Vulkane*. Von solchen jungen Vulkänchen, die aber an einzelnen Stellen doch mehrere 100 Meter hoch werden, trägt der Aetna allein gegen 700! (S. das Kärtchen des Aetna Fig. 4.) Je länger ein Vulkan thätig, um so mehr wird seine ursprünglich einfache Gestalt durch solche Aufsätze oder Auswüchse verändert erscheinen und fast jeder größere, selbstständige Vulkan besteht aus einem Hauptkegel mit aufgesetzten Auswurfs- oder Nebenkegeln. Einige dadurch entstehende Formen, welche häufiger wiederkehren, sind: der *Doppelvulkan*, bei welchem hart neben dem ersten Kegel ein zweiter von ähnlicher Größe sich aufgebaut hat, und der *umwallte Vulkan*, bei welchem aus dem weiten Krater des ersten Vulkans ein zweiter hervorwächst. Für die erstere Form ist typisch das Vulkanpaar des Monte Rosso bei Nicolosi am Abhang des Aetna, für die andere der Vesuv, welchen als Rest eines älteren Wallkraters der Monte Somma umgibt. Das Thal zwischen beiden, oder besser der Wallgraben, wird gewöhnlich *Atrio* genannt, weil zufällig der entsprechende Theil des Vesuv den Namen Atrio del Cavallo trägt.

Aber fast noch eingreifender sind die Aenderungen, welche durch zerklüftende und zerreißende Kräfte im Bau der Vulkane hervorgebracht werden. Schon die trichterförmige Gestalt der Kratereinsenkung gehört dahin und mehr noch die zerrissene Schluchten- oder Kluftform, welche der Krater so oft annimmt. Häufig, sogar gewöhnlich, bricht bei einem Ausbruch ein Theil des Kraters heraus, so daß sein geschlossener Umriß zu einem offenen, halbkreis- oder halbmondförmigen wird. Nicht selten kommt es sogar vor, daß eine tiefe Schlucht in die Seite des Berges gerissen wird oder daß ein explosiver Ausbruch ein Stück aus der Flanke desselben herausprengt. Im letzteren Fall entsteht dann wohl eine eigenthümliche Thalform, welche dadurch ausgezeichnet ist, daß sie mit einem halbrunden Absturz, ähnlich wie das, was man in den Gebirgen Circusthal nennt, gegen die Mitte des Vulkanes eingreift und mit schluchtenartigen Wänden gegen seinen Fuß hinauszieht. Diese Thalform gewinnt einen typischen Ausdruck im Val del Bove am Aetna und

Digitized by Google

in der sogenannten Caldera (Kessel) am Pic von Teyde auf Teneriffa. Der Name Caldera ist von diesem Vorkommen her verallgemeinert worden, ähnlich wie der des Atrio.

Die Größenverhältnisse der Vulkane sind innerhalb gewisser Grenzen sehr verschiedene. Der Flächenraum, den ein einziger Vulkan bedeckt, steigt von den paar hundert □Metern eines Miniaturkegels wie des Monte Nuovo bei Neapel bis zu 20—30 □Meilen. Ebenso geht die Höhe derselben weit auseinander. Der Meereshöhe nach sind die Vulkane der südamerikanischen und mexikanischen Hochländer die hervorragendsten mit 5000 bis nahe an 7000 Meter (der Chimborazo hat 6310, der Cotopaxi 5943, der Pic von Orizaba 5450 Meter), aber sie erheben sich auf nichtvulkanischen Unterlagen von 2000 bis nahe an 3000 Meter und haben also höchstens 4000 Meter eigene Höhe. Höher, als Vulkan, ist der höchste der Vulkane von Kamtschatka, Kljutschewskaja Sopka, welcher von wenig über dem Meeresspiegel zu 4800 Meter ansteigt. Aber die höchsten Vulkane sind wohl hohe Inselvulkane, wie der Pic von Teneriffa, der nicht bloß 3700 Meter über dem Meere hoch ist, sondern mit seinem Fuße noch mehrere 1000 Meter in die Tiefe reicht. Unter den thätigen und selbstständigen Vulkanen wird gewöhnlich der Kusima in Japan als der kleinste genannt; er ist 226 Meter hoch. Indessen ist derselbe als Insel natürlich nur bis zur Wasserlinie sichtbar. Aber in den Umgebungen der größeren Vulkane finden sich kleinere in allen Größen, und kleinste Miniaturvulkane von wenigen Fußen Höhe erheben sich auf erkaltenden Lavaströmen. — Die Größe der Krater ist ebenfalls sehr verschieden, aber es gehen dieselben nicht über eine Meile Durchmesser hinaus. Diese größte Ausdehnung des Kraters beobachtet man am Gumung-Tengerr in Java, aber es ist der Krater dieses Vulkanes mit vulkanischer Asche angefüllt, die ihn zu einer einzigen Sand- und Aschenebene macht. Von thätigen Vulkanen hat den größten Krater der Maunaloa auf Hawaii mit $^2/_5$ Meilen, Popocatepetl (Mexiko) und Pichincha (Südamerika) haben beide größte Kraterdurchmesser von 1600 Meter; der Aetna von 500, der Vesuv von 600, der Vulcano (Liparen) von 1000 Meter. Die größte Tiefe ist die des Pichincha

Digitized by Google

mit 500 Meter. Bei den meisten thätigen Vulkanen ist begreiflicherweise eine genaue Messung der Kratertiefe nicht möglich.

Eigenthümlich ist die Verbreitung der Vulkane über die Erdoberfläche. Sie lassen große Räume leer, um dann plötzlich auf engbegrenzten Stellen um so gedrängter aufzutreten. Sie folgen einander in langen Reihen und wenn man die Gegenden betrachtet, in welchen sie am häufigsten auftreten, so sind dieselben immer in der Nähe des Meeres oder sonstiger großer Wasserbecken gelegen. Ueberblicken wir rasch die hauptsächlichsten Vulkanregionen:

In Europa finden wir thätige oder nur halbruhende Vulkane im Süden und im Norden. Aetna, der höchste unseres Erdtheiles, Vesuv, Stromboli, Santorin, Ferdinandea (untermeerisch) gehören dem Mittelmeer, die Vulkane Islands (Hekla 1555 Meter, außerdem noch mehrere thätige) und Jan Mayen's (Beerenberg 2094 Meter) dem nördlichen Atlantischen Meere an.

In Afrika findet man von thätigen Vulkanen am Festlande sehr wenige, aber unsere unzulängliche Kenntniß des Erdtheiles hindert bis jetzt, einen bestimmten Schluß auf Zahl und Lage derselben zu machen. Entschieden thätig ist der Vulkan Aïd an der Küste von Danakil. Zu den noch nicht ganz erloschenen, wenn auch zeitweilig ruhenden, gehören Kilimandscharo und Kenia zwischen der Küste des Indischen Meeres und den Nilquellen. Einen weiteren Vulkan, vielleicht auch mehrere, umschließt das Camerungebirge. Vulkane, großentheils in ruhendem Zustande, findet man auch in Abessinien, wo aber noch 1861 der Dschebbel Duhr thätig gewesen ist. Jedenfalls ist das Festland hier nicht reich an Vulkanen. Um so mehr von denselben finden sich auf den Inseln, ja es sind fast alle Inseln vulkanisch, die man zu Afrika rechnet. Die Azoren bestehen aus einer Doppelreihe von Vulkanen (Pico Alto ca. 2300 Meter), während die Canarien (Pic de Teyde auf Teneriffa 3716 Meter) deren drei umschließen. Auch die Inseln des Grünen Vorgebirges oder die Capverdischen Inseln sind rein vulkanisch (Pic de Fuego 2792 Meter). Madagaskar soll einige Vulkane bergen, Mauritius und Bourbon (über 3000 Meter)

Digitized by Google

sind beide nichts als große Vulkane. Die Comoren sind ebenfalls vulkanisch und endlich finden sich mehrere vulkanische Inseln im Rothen Meere, von welchen Perim und Jeir die bekanntesten sind.

In Asien ist das Vorkommen von Vulkanen am Festlande trotz der gewaltigen Ausdehnung desselben eine höchst beschränkte. Der Ararat (5171 Meter) auf der armenischen Hochebene, die Elburs-Gruppe mit dem Demavend (5628 Meter) am Südufer des Kaspisees sind die einzigen sicheren Vorkommnisse. Chinesische und andere zweifelhafte Nachrichten haben von „Feuerbergen" in den Umgebungen des Tianschan und in der westlichen Mongolei gesprochen, aber es hat sich bisher noch keine von allen bestätigt. Nur halb dem Festlande gehören die 38 Vulkane Kamtschatka's (Kliutschewskaja Sopka 4804 Meter) an, die zu zwei Reihen angeordnet sind. Sie sind bereits Glieder der großen Vulkankette, die den Osten und Südosten Asiens wie mit regelmäßig geschlungenen Kränzen von Inseln umzieht. An Kamtschatka schließt sich als zweites Glied die Inselreihe der Kurilen mit etwa 20 Vulkanen an, deren keiner über 2000 Meter hoch zu sein scheint, dann die Japanischen Inseln, von denen Jesso 17 ruhende, Nippon 6 (Fusi-Yama 3729 Meter) und Kiusiu 5 thätige Vulkane umschließt. Vulkanisch ist auch Korea und ebenso sind es die meisten zwischen Japan und Korea und südlich und östlich von Japan gelegenen Inseln, vor allen die Liukiu- und Bonin-Inseln. Von letzteren zieht eine Vulkankette nach Osten in den Stillen Ocean hinaus, welche in den Marianen ihr Ende findet. Formosa hat 4, die südlich davon gelegenen kleinen Inseln 2, die Philippinen wohl über 30 (Albay oder Mayon auf Luzon ca. 2300 Meter), die Molukken 8 (Gamalama auf Ternate 1340 Meter), Celebes 11 (Klabat gegen 2000 Meter). Hier beginnt nun die Vulkanreihe der Sunda-Inseln, die gedrängteste und vielleicht im großartigsten Maßstabe thätige, die wir kennen. Von den größeren Inseln hat Floris 6, Sumbawa den Tambora (2760 Meter), Lombok den Gunung Radjani (3800 Meter), Java hat 44 (Gunung-Semeru 3740 Meter), Sumatra 19 (Gunung-Dempo 3600 Meter); ihr Ende findet diese Vulkanreihe

Digitized by Google

auf kleinen Inseln im bengalischen Meerbusen (Barren Island, Regnain u. a.).

Amerika zeigt den längsten und zusammenhängendsten Vulkangürtel, den wir kennen. Die lange Kette der Cordilleren und Anden vom Feuerland bis Alaska, 1800 Meilen, ist in allen Abschnitten vulkanisch. Schon Patagonien hat Vulkane, doch kennt man keine davon genau genug. Die Reihe der bekannten fängt in den Chilenischen Anden von dem unter 43½° südlicher Breite gelegenen Janteles an und soll in der Länge von 300 Meilen mindestens 32 Vulkane (der thätigste der Antuco; vom Acongagua, 6834 Meter, ist es nicht ganz sicher, ob er vulkanisch) umfassen; diesen schließt sich die Vulkangruppe des Hochlandes von Peru und Bolivien, 15 auf 140 Meilen (Sahâma 7015 Meter), dann die von Ecuador und Columbia an (Chimborazo 6310, Cotopaxi 5943, Tolima 5584 Meter).

In Mittelamerika und in Westindien findet die südamerikanische Vulkanreihe ihre Fortsetzung nach Norden und Westen hin. Mittelamerika zählt über 50 Vulkane (Irazu in Costarica 3300 Meter, Coseguina 1000 Meter), in Westindien ist vorzüglich die Gruppe der kleinen Antillen durch ihre thätigen Vulkane berühmt (Martinique, Guadeloupe, S. Vincent). Mit dem Hochland von Mexiko, welches 12 Vulkane umschließt (Orizaba oder Citlaltepetl 5450, Popocatepetl 5420 Meter), beginnt dann die nordamerikanische Kette, welche in den Vereinigten Staaten eine Anzahl von fast ganz ruhigen im californischen Küstengebirge und im Cascadengebirge von Oregon und Washington-Territorium zählt und im Gebiet von Alaska die nördlichsten der eigentlichen Festland-Vulkane im Mount Elias (angeblich 5950 Meter) und Fairweather umschließt. Die Halbinsel Alaska mit 5 und die Inselkette der Aleuten mit 31 Vulkanen schließen endlich das Nordende dieser amerikanischen Kette bei Kamtschatka an die ostasiatische an.

Australien hat auf dem Festlande keinen thätigen Vulkan, aber es ist im Norden und Osten von vulkanischen Inseln umgeben. In Neu-Guinea kennt man 3, auf den neubritannischen Inseln 2 thätige nebst zahllosen erloschenen (Mount Cook 4023 Meter), auf den Neuen Hebriden 10,

Digitized by Google

auf Neuseeland 2. Vereinzelte sind über die kleinen australischen Inseln zerstreut.

Polynesien setzt sich hauptsächlich aus zwei Arten von Inseln zusammen: Vulkanische und Korallen-Inseln. Jene sind in größerer Zahl vertreten. Die Hawaiischen Inseln gehören zu den vulkanreichsten (Maunakea auf Hawai 4253 Meter) mit 5 thätigen. Auch die Fidschi-, Tonga-, Samoa- und Gesellschaftsinseln (Tahiti 2237 Meter) umschließen zahlreiche erloschene und einige thätige Vulkane.

Gleich diesen sind auf hoher See gelegen und keinem Festland mit Sicherheit zuzuweisen die Vulkaninseln St. Helena, Ascension und Tristan d'Acunha (s. u. Fig. 9).

Mehrere Vulkane gehören auch den wenig bekannten Südpolargegenden an: Erebus (3769 Meter) unter 77° südlicher Breite ist thätig, ebenso ein Vulkan auf der Inselgruppe Süd-Shetland. Ruhende Vulkane sind in diesen Gegenden in größerer Zahl beobachtet worden. Im südlichen Theil des indischen Oceans sind die Inseln S. Paul (s. u. Fig. 10) und Amsterdam vulkanischer Natur.

Die Zahl der Vulkane ist nicht absolut sicher zu bestimmen, weil es unmöglich ist, die kleinen sog. parasitischen Vulkane zu sondern einerseits von den großen und selbstständigen, andererseits von den dampfaushauchenden Spalten, Solfataren u. s. f., die oft in die Spitze von aufgeworfenen Hügeln kraterförmig eingesenkt sind. Zählte man alle erloschenen, ruhenden, thätigen und Vulkane von allen Größen zusammen, so würde man sicherlich viele Hunderttausende erreichen. Man bedenke, daß der Aetna allein 700 kleinere Vulkane in seiner nächsten Umgebung zählt. Versucht man es aber, nur die thätigen und selbstständigen zu zählen, wobei also z. B. der Aetna als nur Ein Vulkan gerechnet wird, so erhält man für Europa (mit Island und Jan Mayen) 18, für Afrika 37, Asien 108, Amerika 119, Polynesien und Stiller Ocean 31, zerstreut im Indischen, Atlantischen und Südpolarmeer 10 = 323. Sondert man diese Zahl nach Inseln und Festländern, so liegen 119 am Festland, 204 auf Inseln. Und selbst die festländisch gelegenen sind in keinem

Digitized by Google

Falle mehr als 30 Meilen von dem Meere entfernt. Dieß ist bemerkenswerth.

Theorie der Vulkane. Für die Erklärung der vulkanischen Erscheinungen verdienen unter den angegebenen Thatsachen nun folgende hervorgehoben zu werden als besonders wichtig. 1) Die Vulkane sind nicht regellos über die Erde zerstreut, sondern sie finden sich zusammengedrängt in gewissen Gegenden, während andere ganz frei von ihnen sind. 2) Ihr Vorkommen ist nicht vereinzelt, sondern gesellig. 3) Sie finden sich in der Regel in der Weise angeordnet, daß man sie reihenweise in bestimmten Richtungen verfolgen kann, in denen sie oft Hunderte von Meilen aufeinander folgen, während rechts und links davon keine Spur ist. 4) Es gibt keine glaubwürdige Nachricht von thätigen Vulkanen, welche weiter als 30 Meilen vom Meeresufer entfernt sind; die meisten kommen im Gegentheil auf den Inseln und an den Küsten vor. Von 139 Vulkanausbrüchen, welche seit Mitte vorigen Jahrhunderts beglaubigt sind, fanden 98 auf Inseln statt. 5) Die Ausbrüche der einzelnen Vulkane geschehen in ganz verschiedenen Zwischenräumen. Wo sie aber häufiger vorkommen, ist oft eine allgemeine Periodicität nicht zu verkennen. 6) Nach längeren Ruhepausen sind die Ausbrüche stärker. 7) Die dichteren Massen, welche von den Vulkanen ausgeworfen werden, haben bei manchen örtlichen Unterschieden eine übereinstimmende Zusammensetzung, welche eine gemeinsame Quelle für sie annehmen läßt. Ihre verhältnißmäßig geringen Unterschiede sind auf die verschiedenen Verhältnisse zurückzuführen, unter denen die Auswürfe stattfinden. 8) Unter den gasförmigen Auswürfen der Vulkane ist Wasserdampf weitaus am stärksten vertreten. Unter den Salzen sind Chlorsalze am häufigsten. Es gibt bemerkenswertherweise keinen Bestandtheil des Meerwassers, welcher nicht auch in den vulkanischen Auswürfen schon entdeckt worden wäre.

Wir machen uns auf Grund dieser Thatsachen folgendes Bild von der Natur der vulkanischen Thätigkeit: Auf Inseln und in der Nähe der Küsten kommt das heißflüssige Erdinnere in Berührung mit Wasser, das von außen in die Erde eindringt. Dieses wird in Dampf verwandelt, welcher durch sein Expansionsvermögen die Erschütterungen und endlich die

Digitized by Google

Explosionen und Zerreißungen veranlaßt, die Theilen des heißflüssigen Erdinnern Wege nach außen bahnen. Indem dieselben Spalten in die Erdrinde einreißen, veranlassen sie die vorwaltend reihenförmige Anordnung der Vulkane.

Nur in zufälligem Zusammenhang mit den eigentlich vulkanischen Erscheinungen stehen die Schlammvulkane, welche überall da vorkommen, wo Flüssigkeit unter starkem Druck, meist unter Gasdruck, durch schlammreichen Boden an die Oberfläche tritt. Sehr häufig sind es heiße Quellen, welche auf diese Weise hervortreten. Indem der Schlamm sich rings um die Ausbruchsstelle anhäuft und erhärtet, entsteht ein kraterähnlicher Hügel mit Oeffnung, aus welcher oft die Flüssigkeits- und Schlammmassen mit Explosionserscheinungen herausgeworfen werden. Wenn nun auch solche Gebilde häufig in Verbindung mit vulkanischen Erscheinungen vorkommen, so findet man sie doch noch massenhafter in schlammreichen Niederungen, wie z. B. den Deltas großer Ströme, wo durch Zersetzung organischer Körper beständig Gase im Boden entwickelt werden. Auch die naphthareichen Gegenden weisen häufig Schlammvulkane auf. Ausgezeichnete Vorkommen von Schlammvulkanen sind die Umgebungen des Kaspisees, die Gegend von Girgenti (Macaluba) und Paterno in Sicilien, die Mississippi- und Colorado-Niederungen in Nordamerika, die Insel Trinidad.

Anhangsweise mögen hier auch noch die Maare erwähnt werden, trichterförmige Gruben, welche man häufig in Vulkangegenden findet, bei uns am ausgeprägtesten in der Eifel. Sie erinnern nur zufällig in ihrer Form an Kratere, sind aber in Wirklichkeit durch Einsturz unterirdischer Hohlräume entstanden. (Ueber Trichtergruben vgl. unten Abschn. XIX.)

Digitized by Google

IX.

Wirkungen des Erdinnern nach Außen: Erdbeben.

Starke und schwache Erdbeben. Art der Erschütterungen der Erde. Stärke derselben. Zerstörungen durch Erdbeben. Dauer und Häufigkeit. Erdbeben-Regionen. Größe der Verbreitungsgebiete. Hindernisse der Ausbreitung. Nebenerscheinungen. Vulkanische und nichtvulkanische Erdbeben. Welches sind die Ursachen der Erdbeben? Bestimmung ihres Ursprungs- und Mittelpunktes.

Erdbeben sind Erschütterungen der Erdoberfläche, welche ihren Sitz in oder unter der Erdrinde haben. Die Erdoberfläche kann auch erschüttert werden durch starke Explosionen, Einstürze u. dgl., welche auf ihr selbst stattfinden, aber man pflegt den Namen „Erdbeben" nicht auf solche zufällige Wirkungen wohlbekannter und oberflächlicher Ursachen anzuwenden.

Die Erschütterungen des Bodens bei Erdbeben sind sehr verschieden nach Kraft und Art. Sie gehen von der Tiefe nach der Oberfläche entweder in senkrechter Richtung oder in einem beliebigen Winkel oder sie pflanzen sich parallel mit der Oberfläche, also in wagrechter Richtung durch die letztere fort. Einige sind stark genug, um ganze Städte in Trümmer zu legen, um meilenlange schluchtenartige Risse in die Erdrinde zu machen oder um das Meer große Strecken von seinen Ufern zurückzudrängen, während die weitaus größte Zahl so unbedeutend ist, daß sie nur unter gewissen besonderen Umständen und oft überhaupt nur noch mit wissenschaftlichen Werkzeugen beobachtet werden kann. Einige sind abgeschlossen mit einem einzigen Stoße, andere währen Monate und, mit nur kurzen Unterbrechungen, sogar Jahre. Bei einigen werden unterirdische Getöse von donnerartiger Stärke gehört, während andere vollkommen geräuschlos verlaufen. Noch zahlreiche andere Erscheinungen können in wechselnder Stärke sie begleiten und die ganze Thatsache des Erdbebens kann dadurch weit verschiedene Formen gewinnen.

Digitized by Google

Unter allen Umständen aber ist das Wesentliche, die Erschütterung der Erde, allen gemeinsam und sie allein ist es, welche verschiedenartig auftretende Erscheinungen dieser Art zu Erdbeben stempelt.

Was die Art der Bewegung der Erde bei Erdbeben, abgesehen von ihrer Stärke, betrifft, so ist sie geradezu unbestimmbar bei den schwächsten Erdbeben und nur bei den stärkeren läßt sich ein deutlicher Unterschied zwischen zwei Bewegungsarten machen. Die eine entspricht einem senkrecht oder doch steil von unten nach oben wirkenden Stoße und macht ein kleines Stück Erde auf- und niederschwanken; die andere ist wellenförmig, und zwar in fortschreitender Weise, so daß die Erdoberfläche sich hebt und senkt, während die Bewegung dabei in einer bestimmten Richtung weitergeht, ganz wie bei den Wellenkreisen, die ein geworfener Stein auf der Oberfläche eines Teiches erzeugt.

Die Stärke der Erschütterungen ist nur an verschiedenartigsten Wirkungen zu messen, welche sie ausüben, denn es gibt keinen gemeinsamen Maßstab für dieselben. Man weiß, daß die senkrecht oder steil heraufwirkenden Stöße die größten, oder, was dasselbe ist, die zerstörendsten Wirkungen üben. Sie können geradezu explosiv wirken. Bei dem calabrischen Erdbeben von 1783 sollen Bergspitzen auf und nieder gehüpft sein, während Häuser emporgeschleudert und sammt ihren Fundamenten in tausend Stücke zertrümmert wurden. Die Stärke der wellenförmigen oder undulatorischen Erdbeben ist in der Regel geringer, schon darum, weil sie nicht nach allen Seiten hin gleichmäßig wirkt. Ein Gegenstand, der sich in der Richtung der fortschreitenden Bewegung befindet, kann ohne großen Schaden selbst von der stärksten Erdbebenwelle gehoben und gesenkt werden; aber die stärksten Zerstörungen finden immer an denjenigen Körpern statt, welche zu dieser Richtung so stehen, daß ihre einzelnen Theile derselben nicht gleichmäßig folgen können. Jener oft erzählte Vorfall bei dem Erdbeben von Majorca in 1851, wo Gewehre, die an vier Wänden einer Wachstube lehnten, an der Wand stehen blieben, welche in der Richtung der Erschütterung lag, während sie an der entgegengesetzten in regelmäßiger Reihe fielen und endlich an den beiden anderen regellos durchein-

Digitized by Google

ander stürzten, verdeutlicht sehr gut diesen Unterschied in der Wirkung der Wellen-Erdbeben. Bei dieser Art Erdbeben ist die Dauer und öftere Wiederholung der Wellenstöße am verderblichsten; da aber die Zerstörung in der Regel keine plötzliche, gleichsam explosive ist, sondern sich ankündigt, pflegen die Verluste an Menschenleben geringer zu sein.

Indessen hängen überhaupt die Zerstörungen, welche ein Erdbeben anrichtet, oft mehr von Nebenumständen als unmittelbar von der Erderschütterung ab. Erdbeben, die auf weiten, fels- und gebäudelosen und von großen Gewässern entfernten Flächen auftreten, werden auch bei der größten Kraft selten große Zerstörungen angerichtet haben, denn fast immer führen diese doch nur auf Umstürzen von Felsen, Berggipfeln, Bäumen, auf Herausdrängen des Wassers aus seinem Bette u. dgl. zurück. Ueberschwemmungen und Feuersbrünste, durch Erdbeben bewirkt, haben stets größere Opfer an Menschenleben gefordert als das Erdbeben mit seinen unmittelbaren Wirkungen. Das Größte, was es in einer einfachen Ebene bewirken kann, sind Klüfte im Boden oder bleibende Einsenkungen, und diese pflegen Niemanden verderblich zu sein. Wenn als Opfer des Erdbebens vom August 1868 an der Westküste von Südamerika mehr als 170,000 Menschenleben angegeben wurden, so sind es die fallenden Mauern der zerstörten Städte und Dörfer und die über die Küsten hereinbrechenden Meereswellen fast ausschließlich, welchen diese Verluste zuzuschreiben sind. Bei einem Erdbeben im Kaukasus im März 1830 stürzte der Gipfel eines hohen Berges in die Tiefe und bedeckte einen großen Theil des fruchtbaren Thales von Kisliar sammt seinen Ansiedelungen mit Schutt und Felsblöcken. Vielleicht das verheerendste Erdbeben, welches das an diesen Erscheinungen so reiche Calabrien in geschichtlicher Zeit erfuhr, ist das eben genannte von 1783. Die größte Zahl der dabei gefallenen Opfer kam bei einem gewaltigen Meereseinbruch in der Nähe von Reggio um. Selbst andauernde Unterwassersetzungen größerer Landstrecken durch Aufdämmung von Thälern gehören zu den mittelbaren Wirkungen, und oft den nicht wenigst zerstörenden, der Erdbeben. 1783 wurde in Calabrien das Thal von Sitizzano zu einem See aufgestaut und 1868 ließ ein Erdbeben in Mexiko einen kleinen

Digitized by Google

See entstehen. Auch die Wassermassen, die aus den bei Erdbeben gebildeten Erdspalten hervorstürzen, oft dick mit Schlamm beladen, gehören zu den zerstörenden Neben- oder Folgeerscheinungen der Erdbeben. Im April 1868 wurde auf Hawai ein Dorf von solchen plötzlich hervorgequollenen Schlammströmen vollständig verschüttet.

Gehen wir indessen zu den Erscheinungen der Erdbeben zurück, ehe wir uns zu tief in ihre Wirkungen einlassen. Wir haben als die wesentlichsten der ersteren bereits die Erschütterungen durch Stöße von verschiedener Kraft und Art kennen gelernt. Es ist außerdem Thatsache, daß bei manchen Erdbeben unterirdische Geräusche gehört worden sind, welche bis zur Stärke des Donnergerolls sich steigerten. Als auffallende Erscheinung ist vielleicht auch noch hervorzuheben, daß einzelne Erdbeben, die sich sehr stark an der Oberfläche geltend machten, in geringer Tiefe unter derselben, z. B. in Schachten, nicht bemerkbar waren. Bedeutsam für das Verständniß der Sache sind aber noch Dauer und Häufigkeit der Erdbeben. Die Dauer des einzelnen Erdstoßes ist blitzartig kurz. Die Länge einer Sekunde dürfte sie nicht überschreiten. Dauert die Erschütterung länger, dann ist sie in der Regel aus mehreren undeutlichen Stößen zusammengesetzt. Die senkrechten Stöße sind daher, weil die einfacheren und unmittelbareren, gewöhnlich kürzer als die wellenförmigen. Von den Stößen selbst sind natürlich immer schwer zu trennen die Bewegungen, welche, durch sie erzeugt, ihnen folgen. Es finden offenbar manchmal in Folge von Erdbeben Verschiebungen, Einstürze u. dergl. in den tieferen Regionen der Erdrinde statt, welche ihrerseits wieder zur Ursache von neuen Erschütterungen, also von Erdbeben werden. Es „grollt nach“ gewissermaßen, wie bei einem Gewitter. Was man freilich gewöhnlich Erdbeben nennt, umschließt fast immer ganze Reihen von Erschütterungen, sofern dieselben nicht durch längere Pausen von einander getrennt sind. Derartige Erdbeben können ohne merkliche Pause 10—15 Minuten währen. Kehren Erdbeben, durch längere oder kürzere Pausen getrennt, einen längeren Zeitraum hindurch in derselben Gegend wieder, so spricht man von einer Erdbeben-Periode. So folgten den drei fürchterlichen Stößen des Lissaboner Erd-

Digitized by Google

bebens vom 1. November 1755, welche in Zeit von 5 Minuten ihre zerstörenden Wirkungen alle entfaltet hatten, noch eine ganze Reihe von Stößen im Laufe des November und December, von denen einer am 9. December fast ebenso stark war, wie die ersten. Schwächere Erdbeben ziehen sich durch Monate, ja durch Jahre hindurch. Das Erdbeben von Visp (Wallis), welches im Juli 1855 begann, währte vier Monate, aber es kamen Stöße unter längeren Pausen noch 1857 vor. Das 1873er Erdbeben von Belluno dauerte vom März bis zum December, das letzte am Gardasee von 1866—70. In der Gegend von Großgerau währten die 1869 begonnenen Erdbeben bis Ende 1873; sie waren übrigens in dieser Gegend schon früher (1588, 1785) aufgetreten. Solche Gegenden, in denen Erdbeben häufig wiederkehren, nennt man *Erdbeben-Regionen*. Dieselben fallen am häufigsten mit Vulkanregionen zusammen. Ja, man kann sagen, daß alle Vulkanregionen auch immer Erdbebenregionen sind, und der Leser wird gebeten, dieses Zusammentreffen nicht unbemerkt zu lassen. Außerdem sind Erdbeben häufig in Gebirgsgegenden und am Fuß der Gebirge, seltener in der Ebene. Wir haben schon gesehen, daß bei Großgerau in verschiedenen Jahrhunderten Erdbeben wiederkehrten; so ist auch Basel durch ihre Häufigkeit ausgezeichnet, wo man insgesammt ihrer 127 zählt, ferner Aachen, das Wallis und andere Alpengegenden. Aber die stärksten und häufigsten Erdbeben sind in Europa glücklicherweise auf die wenig ausgedehnten thätigen Vulkanregionen: Süd-Italien, Theile von Griechenland und Kleinasien, Island beschränkt. Aehnlich ist es in den anderen Erdtheilen. Am seltensten von Erdbeben heimgesucht sind überall die weitausgedehnten Flachländer, aber ganz erdbebenfrei scheint keines zu sein. Hiermit hängt die sehr ungleichmäßige Größe der *Verbreitungskreise* der einzelnen Erdbeben zusammen. Die Entstehung eines Erdbebens führt meistens auf einen einzelnen Punkt zurück, aber von diesem aus pflanzen sich die Erschütterungen oft in sehr weite Kreise fort. Das gilt selbst von schwachen Erdbeben. So machte sich das mitteldeutsche Erdbeben vom März 1872 über einen Kreis fühlbar, dessen Ausdehnung durch die Beobachtungsorte Berlin, München, Wiesbaden und Prag bezeichnet werden kann. Dieß

Digitized by Google

war ein so schwaches Erdbeben, daß es an vielen Orten gar nicht zur Beobachtung kam. Es wird übertrieben sein, wenn für das Erdbeben von Lissabon ein Erschütterungsgebiet von 700,000 □Meilen angegeben wird; aber wenn schwache Erdbeben sich so weit ausbreiten, wie weite Kreise mögen dann erst die starken ziehen? Beim 1827er Erdbeben von Bogotá wurde das 200 Meilen entfernte Popoyan noch stark beschädigt und die schwächeren Erschütterungen wurden noch viel weiter empfunden. Das unteritalienische Erdbeben von 1836 wurde noch im Innern Kleinasiens, das von Belluno von 1873 in München, Augsburg und Bern verspürt. Mit die ausgedehntesten Erdbeben treten aber wieder in weiterstreckten Vulkanregionen auf und zwar häufig zugleich in großer Stärke an den entlegensten Punkten derselben. Das zerstörende Erdbeben von 1868 erschütterte heftig die Gebirgs- und Küstenregion des westlichen Südamerika zwischen dem 8. und 24. Grad südlicher Breite, also in 240 Meilen Länge, und das 1822er Erdbeben von Chile hatte sogar eine Längenausdehnung von 1200 Meilen.

Es scheint, daß Hindernisse der Bodenbeschaffenheit sich der Ausbreitung eines Erdbebens entgegenstellen können. Oft bilden Gebirgszüge, oft sogar Flußthäler eine Schranke, über welche hinaus Erdbeben sich nicht verbreiten. Ein Gestein, welches aus wechsellagernden Schichten von verschiedener Mächtigkeit und Dichte besteht, oder eines, das von zahlreichen Sprüngen oder Spalten durchsetzt ist, wird immer ein größeres Hinderniß für die Verbreitung eines Erdbebens sein, als ein sehr gleichartiges oder dichtes. In Folge dessen finden in der Regel die Erdbeben im Schuttland und Schwemmland geringere Verbreitung, und ebenso pflanzt sich die Stärke eines Stoßes nicht nach allen Seiten mit derselben Geschwindigkeit und Dauer fort. Aber mächtige Erdbeben finden, wie die Weite der Erschütterungskreise anzeigt, von welcher oben einige Beispiele gegeben wurden, erst sehr spät Hindernisse, welche stark genug sind, ihre Bewegungen aufzuhalten. So sind denn auch neben manchen Erdbeben, für welche die Alpen, Apenninen u. s. f. eine entschiedene Grenze bildeten, nicht wenige zur Beobachtung gekommen, welche sich weit über diese Schranken hinaus verbreiteten.

Digitized by Google

Eine eigenthümliche Form nehmen die Erdbeben bei der Fortpflanzung in das Meer als Seebeben an. Das Meer tritt in der Regel zuerst von der durch ein Erdbeben erschütterten Küste zurück, um dann in Form einer Sturzwelle wiederzukehren, die man bis zu 70 Meter (an der Küste von Lopatka) beobachtet haben will. Dieß kann sich mehrmals wiederholen. Diese Sturzwellen gehören zu den zerstörendsten Folgeerscheinungen der Erdbeben. Die Bewegung, welche dem Meere durch ein Erdbeben mitgetheilt wird, pflanzt sich, wenn stark genug, im Wasser fort, bis sie auf einen starken Widerstand in Gestalt einer Küste trifft. So ist das Erdbeben von Lissabon im Antillenmeer und das westamerikanische von 1868 an der Küste von Neuseeland verspürt worden. Die Welle brauchte im letzteren Fall von Arica bis nach den Chatams-Inseln 15 Stunden und 19 Minuten und machte also 360 Seemeilen in einer Stunde. Das Erdbeben von Simoda (1854) machte den Weg nach Californien in 12½ Stunden, machte also ebenfalls 360 Seemeilen in der Stunde. (Ueber die Verwendung dieser Geschwindigkeit zur Seetiefenmessung s. u. Abschn. XVII.)

Frägt man nach der Ursache der Erdbeben, so muß erst die Vorfrage beantwortet werden, ob die Erdbeben so beschaffen seien, daß eine und dieselbe Ursache ihnen zugeschrieben werden könne. Man erkennt leicht, daß dieß nicht wohl möglich sein wird, denn diejenigen Vorgänge in der Tiefe der Erde, welche im Stande sind, Erdbeben zu erzeugen, können nicht anders als von sehr mannigfaltiger Art sein. Jede plötzliche Lageveränderung in der Erdrinde wird von Erschütterungen begleitet sein. Ein Riß, eine Zerklüftung in einer Gesteinsschicht, eine Rutschung, der Fall einer schweren Masse, ein Einsturz können Erdbeben hervorrufen. Und daß solche Veränderungen geschehen, lehrt uns nicht bloß der Thatbestand in der so ungemein zerklüfteten, verschobenen, verworfenen oder zertrümmerten Lage der Gesteine, sondern es ist einem Theil derselben geradezu eine gewisse Nothwendigkeit zuzuschreiben. Wenn man z. B. weiß, daß alle Gewässer gelöste Stoffe aus der Tiefe der Erde heraufführen, die dort unten durch nichts ersetzt werden, so folgt daraus, daß innerhalb der Erdrinde Hohlräume ausgewaschen werden müssen, welche

Digitized by Google

immer eine Lockerung im Aufbau derselben darstellen. Wenn man sieht, daß die Ströme gewaltige Massen von unfestem Schlamm, Sand und Geröll ablagern und auf die schon vorhandenen Schichten immer neue häufen, so liegt es nahe, zu erwarten, daß in diesem Aufbau, der auf so unzuverlässigen Grundlagen sich vollzieht, mit der Zeit Rutschungen, Verschiebungen u. dergl. geschehen müssen. Oder wenn an der einen Stelle einer Küste Senkung und an der anderen Hebung, wenn auch in langen Zeiträumen, eintritt, kann als Folge davon Veränderung der Druck- und Spannungsverhältnisse nicht ausbleiben. Dieß alles sind aber die ersten Anlässe zu Gleichgewichtsänderungen, die früher oder später sich unter den Symptomen von Erdbeben wiederum ausgleichen müssen.

Man muß also von vornherein davon absehen, nur eine einzige Ursache von Erdbeben erkennen zu wollen, denn viele Ursachen sind möglich und manche begreift man sogar als unvermeidlich. Aber allerdings gibt es eine Hauptursache derselben, die ebensowohl die stärksten als die häufigsten Erdbeben erzeugt: der Vulkanismus. Die meisten und heftigsten müssen als *vulkanische Erdbeben* bezeichnet werden, denn ihnen liegt, gleichwie den Vulkanausbrüchen, die auswegsuchende gespannte Kraft unterirdischer Dämpfe und Glutmassen zu Grunde. Kaum einen Vulkanausbruch gibt es, den nicht Erdbeben ankündigten, oft lange vorher, oder den dieselben nicht begleiteten. Häufig gehen sie ihm voran, um aufzuhören, sobald die Dämpfe, Laven und was sonst sich ergießen will, sich ihren Weg aus dem Innern heraus gebahnt haben: ein deutliches Zeichen des Zusammenhanges der beiden. Das Erdbeben war der Stoß und Druck dieser nach außen drängenden Ausbruchsstoffe, nichts weiter. Man weiß auch, und es wurde schon im vorigen Abschnitt darauf hingewiesen, daß die Vulkane und ihre Umgebungen der Sitz ungemein häufiger, starker und langdauernder Erdbeben sind. Der Vesuv kommt oft Monate lang fast nicht zur Ruhe; wenn es auch nur ein leises Erzittern ist, das ihn bewegt: ein Erdbeben bleibt es immer. Alle Vulkanregionen sind zugleich Erdbebenregionen. Nicht selten sind die Fälle, wo Vulkanausbrüche in einer Gegend mit Erdbeben in einer anderen zeitlich fast genau

Digitized by Google

zusammenfielen. So fand gleichzeitig mit dem höchst verderblichen Erdbeben von Carácas im Jahr 1811 ein Vulkanausbruch auf der westindischen Insel S. Vincent statt.

Aber braucht es überhaupt Beweise für den Zusammenhang zwischen vielen Erdbeben und den vulkanischen Kräften? Sind jene nicht selbstverständliche Folge des Nachaußendrängens dieser letzteren? In der That, es sind die Erdbeben nothwendig mit dem Mechanismus der Vulkanausbrüche verbunden und man hat zweifellos das Recht, fast alle jene, die in Vulkanregionen stattfinden oder zeitlich mit Vulkanausbrüchen zusammenfallen, als vulkanische Erdbeben zu bezeichnen.

Ebenso wenig zweifelhaft ist aber auch das Vorkommen von nichtvulkanischen Erdbeben. Wenn eine Erderschütterung dadurch stattfindet, daß ein unfester Boden sich setzt, der von Schachten und Stollen durchwühlt ist, so hat man alle Erscheinungen eines Erdbebens ohne jede Theilnahme einer vulkanischen Ursache. Leider ist aus den thatsächlichen Beobachtungen wenig Material für die genauere Kenntniß der so sehr verschiedenartigen Ursachen zu gewinnen, welche bei dieser Klasse von Erdbeben in Betracht kommen. Einiges läßt sich indessen in dieser Richtung anführen. Es ist wahrscheinlich kein Zufall, daß einige fern von Vulkanen gelegene Erdbebenregionen in der nahen Nachbarschaft von Soolquellen gelegen sind. Die Erdbebengebiete von Basel, des Wallis und des Mittelrheines fallen mit Gebieten starker oder zahlreicher Soolquellen zusammen. Die Häufigkeit der Erdbeben in den Kalkalpen und ihre Seltenheit in den Centralalpen könnte von der Löslichkeit des Kalkes abhängen. Man will beobachtet haben, daß Erdbeben häufig nach regenreichen Zeiten oder nach einzelnen sehr starken Regengüssen eintraten. Das Hervorbrechen schlammbeladener Wassermassen aus Erdbebenspalten dürfte ebenfalls auf unterirdische Wasserwirkungen deuten. Einer anderen Klasse von Ursachen nichtvulkanischer Erdbeben gehören die Erschütterungen in den Kohlenbecken von Aachen, von Westphalen und Charleroi an, welche allerdings in vielen Fällen durch die Bergbau-Arbeiten, theils aber auch durch die in Kohlenflözen häufig vorkommenden Zersetzungen, Gasentwicklungen u. s. f. verursacht sein werden. Bei allen diesen nichtvulkanischen Erdbeben wird das Endergebniß eine Boden-

Digitized by Google

senkung sein, nur braucht dieselbe natürlicherweise nicht immer an der Oberfläche hervorzutreten, sondern kann im Innern der Erdrinde sich vollziehen.

Mit der Frage nach der Ursache hängt innig zusammen die Frage nach dem Sitz der Erdbeben. Wo liegt die Stelle, von welcher die Erschütterung ausgeht und vor allem wie tief liegt dieselbe? Man hat zwei Wege, um die Antwort auf diese Fragen zu finden. Auf dem einen beobachtet man die Risse und Spalten, welche die Erschütterung in Mauern, Häusern u. s. f. erzeugt hat. Indem man diese Spalten in einem größeren Bezirke zusammenstellt, findet man, daß ihre Richtungen auf einen bestimmten Mittelpunkt zusammenlaufen. Unter diesem Punkte muß die erschütternde Kraft ihren Sitz gehabt haben. Um nun die Tiefe des letzteren zu finden, beobachtet man wieder die Richtung der Spalten und Klüfte, welche nach mechanischen Gesetzen senkrecht stehen wird, auf der Richtung, aus welcher der Stoß kam. Zieht man auf Grund der beobachteten Sprünge die Linien, welche der Stoßrichtung entsprechen, von möglichst verschiedenen Seiten des Erschütterungsgebietes zusammen, so werden dieselben in einer bestimmten Tiefe der Erdrinde zusammentreffen. Der Punkt, wo sie zusammentreffen, ist der Mittelpunkt des Erdbebens, d. h. die Stelle, von welcher die Erschütterung ausging. Der andere Weg, den man beschritten hat, versucht dasselbe Ergebniß aus der Vergleichung der Zeitpunkte zu gewinnen, an welchen der Stoß an verschiedenen Orten empfunden worden ist. Diejenigen Orte, welche den Stoß gleichzeitig empfanden, müssen gleichweit vom Mittelpunkte des Erdbebens entfernt gewesen sein. Findet man mehrere oder gar zahlreiche Orte, von denen Zeitangaben für den Erdstoß vorliegen, so lassen sie sich in concentrische Kreise anordnen, deren Mittelpunkt der Erdbeben-Mittelpunkt ist. Man berechnet aus der Zeit, die der Stoß gebraucht hat, um an die verschiedenen Orte zu gelangen, den Weg, welchen er in der Erde zurückzulegen hatte, wobei die Voraussetzung gemacht wird, daß er sich mit annähernd gleicher Geschwindigkeit nach den verschiedenen Punkten fortgepflanzt habe. Von mehreren Erdbeben sind nach diesen beiden Methoden die Tiefen bestimmt worden, von denen der

Digitized by Google

Stoß ausging. Mallet hat nach der ersten den Sitz des calabrischen Erdbebens von 1857 zu 1½ Meilen bestimmt, während Seebach nach der anderen den des mitteldeutschen Erdbebens von 1872 zu 2¼ Meilen berechnen konnte. Aus weiteren Berechnungen zog Mallet außerdem den Schluß, daß die Erdbebenmittelpunkte nie tiefer als 7½ Meilen liegen. Indessen werden fernere Messungen diese vorerst hypothetischen Zahlen erst noch zu bestätigen haben.

X.

Wirkungen des Erdinnern nach Außen: Hebungen und Senkungen des Bodens.

Allen Betrachtungen, die über Größe, Lagerung und Gestalt des Festen auf der Erde angestellt werden, muß man immer eine Mahnung zur Vorsicht anhängen. Man ist geneigt, das Wort Festland in einem Sinne zu nehmen, in welchem es zu unrichtigen, täuschenden Vorstellungen führt. Wir dürfen dieses Land wohl fest nennen, insofern es uns festen Boden unter die Füße schafft und vorwiegend im Gegensatz zu dem trügerischen und schwankenden Elemente des Wassers; aber wir würden, aus geographischem Gesichtspunkte, einen schweren Irrthum begehen, wenn wir das Festland so nenneten in der Meinung, es sei vollkommen unbeweglich und unveränderlich. Im Gegentheil scheint es, als ob kein einziger von unseren Erdtheilen, keine Küste und keine Insel völlig unveränderlich sei, als ob einzelne langsam ins Meer sänken, um an anderen Stellen andere aus der Tiefe hervortauchen zu lassen. Diese Bewegungen gehen allerdings überall da, wo sie in größerem Maßstabe stattfinden, sehr langsam vor sich und man nennt sie ebendeßhalb säculär, weil sie erst in Säculis, in Jahrhunderten, merklich werden. Aber in Reihen von Jahrhunderten können sie sehr wirksam

Digitized by Google

werden und die Geschichte unserer Erde, welche nicht nach Jahrhunderten und nicht nach Jahrtausenden, sondern nach Hunderttausenden und Millionen von Jahren rechnet, muß sie sehr wohl in Betracht ziehen, um nicht zu unrichtigen Begriffen über die Unveränderlichkeit dessen zu gelangen, was wir mit diesem täuschenden Namen das „feste Land" benennen. Man hat erst in neuerer Zeit genügend genaue Beobachtungen angestellt, um diese überraschenden Bewegungen zu controliren, man hat vor allem Merkzeichen an den Küsten bestimmt, um an ihnen zu messen, wie groß diese Hebungen und Senkungen sind und wie rasch sie sich vollziehen.

Leider sind sie bis jetzt nur an beschränkten Stellen der Erde zu beobachten gewesen, nämlich an den Meeresküsten. Hier allein nämlich gibt uns der im Großen unveränderliche Stand des Meeres einen festen Maßstab. Dagegen ist es bis heute noch in keiner Weise möglich, mit Sicherheit eine Hebung oder Senkung im Innern der Länder, ferne vom Meer, zu messen. Man kann welche vermuthen, auch lehrt die Geschichte der Erde, daß sie stattgefunden haben, aber erst die neueste Zeit hat Messungen von einer Genauigkeit ausgeführt, welche im Stande ist, feste Punkte für die Berechnung etwaiger Bewegungen der Erdrinde zu liefern.

Als eine der ersten und merkwürdigsten Thatsachen dieser Art wurden die Hebungen an der Küste von Schweden bemerkt, welche man früher, wo das Volk schon auf sie aufmerksam geworden war, als eine Wirkung des allmählichen Zurückweichens oder Niedrigerwerdens des Meeres angesprochen hatte. Man hat mit ziemlich großer Genauigkeit im jetztverflossenen Jahrhundert eine Hebung an einzelnen Stellen von $1\frac{1}{4}$, an anderen von $\frac{1}{3}$ Meter feststellen können. Zahlreiche andere Küsten lassen Hebungen dieser langsamen und allmählichen Art dadurch erkennen, daß Bildungen, die nur am Meeresstrand entstehen können, jetzt in Höhen über dem Meere gefunden werden, die längst der direkten Einwirkung des Meeres und seiner Wellen entzogen sind. Es bilden sich z. B. Anhäufungen von todten, zerbrochenen Muscheln und anderen Schalen von Seethieren, unzweifelhaft reinen Meeresgebilden, die von den Wellen herausgeworfen werden, hart über der Brandung des Meeres. Solche sind an der norwegischen Küste, also an

Digitized by Google

demjenigen Rande der skandinavischen Halbinsel, welcher der schwedischen Küste entgegengesetzt ist, an Stellen gefunden, die jetzt fast 200 Meter über dem Meere gelegen sind und in Nordrußland und Sibirien an Stellen, welche 45 Meilen landeinwärts liegen. Um so viel muß also die Küste seit der Zeit, daß solche Muschelbänke entstanden sind, gehoben worden sein, so daß es demnach scheint, als ob diese Halbinsel auf beiden Seiten emporsteige. Aehnliches hatte man an der Westküste von England und Schottland beobachtet. An der Westküste von Südamerika hat man sogar Hebungen bis zu nahezu 400 Meter durch das Vorkommen ebensolcher Strandbildungen in dieser bedeutenden Höhe nachgewiesen. Auch in Spitzbergen und Nowaja Semlja, im Mittelmeer bei Gibraltar und an der Suez-Landenge, in Japan sind Strandlinien gefunden, die auf Hebung sicher deuten und an vielen andern Küsten der Erde sind ähnliche Zeugnisse in minder bestimmter Weise gegeben. Andernorts sind aber dann auch Senkungen nicht weniger klar angezeigt. An den Küsten von Dalmatien und Albanien, also an der Ostküste des Adriatischen Meeres, findet man fast bei jeder Stadt, die ja dort meistens an den Stellen alter römischer Niederlassungen stehen, Spuren dieser Niederlassungen unterhalb des Meeresspiegels. Römisches Straßenpflaster wird bei Triest, bei Ragusa, bei Durazzo heute vom Meere überspült, das über den Pflastersteinen flutet. Ringe, welche in Felsen eingelassen waren zu dem Zwecke der Befestigung der Schiffe, die daran eingehängt wurden, sind unter dem Wasserspiegel und ebenso liegen Hafendämme, Landstriche u. dergl. im Meere. Die Senkung muß hier bedeutend gewesen sein. Aehnliches beobachtet man in Südschweden, wo z. B. in Malmö ein Straßenpflaster 2,5 Meter unter dem Meeresspiegel zu sehen ist. An der Ostküste von England, an der Ostküste von Nordamerika und andern Orten liegen vollständige Wälder und Torfmoore ein bis mehrere Meter unter dem Meeresspiegel und zeigen an, daß Orte, wo heute der Ocean anbrandet, vor Jahrtausenden, deren Zahl wir nicht berechnen können, Waldbäume und Wiesengräser gewachsen sind. In den Koralleninseln, die weit entfernt von den Küsten, auf der hohen See vorkommen, werden wir Beweisen für stattgefundene Hebungen und Sen-

Digitized by Google

kungen gleichfalls begegnen (s. u. Abschn. XV). Wenn man bedenkt, daß weit ausgedehnte Theile der Festländer, wie z. B. jene Ebene, die von Nordfrankreich an durch Belgien, Holland, Norddeutschland und Rußland zieht, dann ganz Nordasien, die nördliche Hälfte von Nordamerika, große Theile von Südamerika, Ostasien, Australien nicht über 200 Meter über das Meeresniveau hervorragen, so kann man sich vorstellen, welche mächtigen Veränderungen in der ganzen Gestalt und Größe der Erdtheile solche langsame Hebungen und Senkungen hervorzurufen vermögen, die mit der Zeit sich zu sehr bedeutenden Größen summiren können. Das ganze Angesicht der Erde kann auf diese Art ein anderes werden. So würde eine Senkung von 200 Meter weit über die Hälfte des heutigen Europa zu einem Meere machen, welches Mittelmeer und Eismeer quer durch unseren Erdtheil durch mit einander verbinden würde.

Indem wir diese merkwürdigen, höchst langsam auf- und abwogenden Bewegungen unserer Erdoberfläche hier mit den Wirkungen des Erdinnern nach außen zu zusammenstellen, scheinen wir ihnen sogleich schon eine bestimmte Ursache zugewiesen zu haben. Aber diese Zusammenstellung kann zunächst keine andere als nur eine hypothetische sein. Wir *glauben*, daß diese Bewegungen ihre Ursachen im Innern der Erdrinde haben, aber wir würden in Verlegenheit um eine bestimmte Antwort sein, wenn man uns früge, wie solche Ursache solche Wirkungen hervorruft. Nur als wahrscheinlich können wir es bis jetzt bezeichnen, daß die fortschreitende Erkaltung und damit erfolgende Zusammenziehung der Erdrinde der Ursprung dieser hebenden und senkenden Bewegungen ist. Dieselben werden damit als Folgeerscheinungen eines Runzelungsprocesses erklärt. Wir werden auf diese Deutung weiter unten bei Besprechung der Gebirge und ihrer Entstehung zurückzukommen haben. Andere Erklärungsversuche haben sich bis heute nicht zulänglich erwiesen. Sie erklären oft ziemlich gut eine oder die andere Thatsache, aber nicht die Gesammtheit derselben. Man denkt z. B. an die Ausdehnung sinkender Schichten durch Erwärmung, indem sie dem Erdinnern näher kommen, und an die entsprechende Abkühlung aufsteigender, oder an Neubildungen krystallinisch wachsender und damit sich ausdehnen-

Digitized by Google

der Gesteine, oder an den Druck der Flüssigkeitsmassen des Meeres, oder an denjenigen, welchen die auf dem Meeresboden sich häufenden Niederschläge fester Natur ausüben.

Viel auffallender, aber ungleich weniger ausgedehnt und auf die Dauer der Jahrhunderte auch minder nachhaltig und in minder großartigem Maße wirksam sind Hebungen und Senkungen, welche in den verschiedensten Theilen der Erde, überall da vorkommen, wo die vulkanischen Kräfte aus der Erde heraus sich in Erdbeben und Vulkanausbrüchen zur Geltung bringen. In solchen Regionen entstehen plötzlich sehr bedeutende Hebungen und Senkungen, die oft in wenigen Stunden oder Tagen einen bestimmten Strich Landes um den Betrag von 20, 30 Metern seine Höhenlage ändern lassen können. Ein klassisches Beispiel solcher Veränderungen bieten jene drei bekannten Säulen aus Cyppolingestein, welche von dem antiken Serapistempel bei Pozzuoli am Golf von Neapel stehen geblieben sind. Die Säulen, die an 12 Meter hoch sind, zeigen sich mehrfach von Bohrmuscheln angegriffen, wie sie im Mittelmeer häufig im Innern von Felsen und Mauern gefunden werden, welche unter dem Spiegel des Meeres stehen. Diese Thiere vermögen sich durch gewisse Vorrichtungen tief in den härtesten Stein einzubohren. Sie können aber ihre Bohrarbeiten nur verrichten, wenn sie ringsum vom Wasser des Meeres bespült sind. Damit diese Säulen von solchen Bohrmuscheln in der Weise angebohrt werden konnten, wie sie es heute sind, muß der Serapistempel, der ursprünglich doch offenbar am trockenen Lande errichtet war, nach seiner Erbauung mindestens 8 Meter hoch vom Meere bedeckt gewesen sein und muß einige Zeit so im Meere gestanden haben. Später ist er dann ohne Zweifel wieder gehoben worden, denn er steht jetzt 30 Meter vom Meere entfernt ganz im Trockenen. Es muß hier also seit der Erbauung dieses Tempels, d. h. seit noch nicht 1800 Jahren, erst eine Senkung, dann eine Hebung eingetreten sein. Eine Senkung und eine Hebung innerhalb dieser verhältnißmäßig kurzen Zeit sind allein im Stande, die merkwürdige Erscheinung dieser von Bohrmuscheln angebohrten und dennoch jetzt im Trockenen stehenden Säulen von Pozzuoli zu erklären.

Digitized by Google

XI.

Die Vertheilung des Festen und Flüssigen auf der Erdoberfläche.

Die vier alten Elemente der Erdkunde. Ihre schichtenförmige Anordnung auf der Erde. Anordnung des Flüssigen und Festen. Das Massenverhältniß beider. Die Landhalbkugel und die Wasserhalbkugel.

Man hat mit Recht gesagt: Die Gedanken eines ehrlich Forschenden werden nie ganz unrichtig sein. Man kann im Suchen nach Wahrheit irren, aber dieser Irrthum ist nie ganz werthlos, denn ein vernünftiger Mensch kann die Dinge nie ganz falsch ansehen, und ein Körnlein Wahrheit ist, das darf man mit naturgesetzlicher Sicherheit behaupten, in jedem wohlgemeinten Irrthum, der dem Suchen nach Wahrheit entspringt. So finden wir nun auch in der Geographie jene vier Elemente wieder, aus denen die alten und mittelalterlichen Philosophen und auch neuere, überhaupt alle Denker aus der Zeit, in der noch keines von unseren 60—70 chemischen Elementen entdeckt war, die Welt zusammengesetzt wähnten. Erde, Wasser, Luft — so könnte man die drei Hauptkapitel der allgemeinen Geographie betiteln und dem vierten Element, dem Feuer, müssen wir in Gestalt der Sonne, des Erwärmers und Erleuchters und damit des Lebenspenders unserer Erde und dann aber auch im Erdinnern einen breiten Platz einräumen. Diese abgedankten vier Elemente werden damit wieder in eine ehrenvolle Stellung eingesetzt, die ganz der großen Bedeutung entspricht, welche man einstens ihnen zugewiesen hatte. Es war in der That scharfsinnig und treu aufgefaßt, wenn jene Alten bei einem allgemeinen Ueberblick über die Erde und ihre Erscheinungen diese vier Stoffe als die Grundlagen, oder sagen wir besser, die Grundformen alles dessen betrachteten, was in und auf der Erde ist, was sich bewegt und lebt in, an und über unserer Erde. Sie gingen nur zu weit, wenn sie glaubten, dieselben vier Grundformen oder Elemente in jedem einzelnen Wesen nachweisen zu können.

Digitized by Google

Die Entdeckung der chemischen Elemente hat sie nur aus der Chemie verbannt, aber in einer allgemeinen Weltbetrachtung werden sie immer die vier Haupt- und Grundformen, kurz die vier Elemente bleiben.

Wenn wir mit den Geologen und Astronomen annehmen, was jetzt fast allgemeine Annahme, ohne daß es ganz bestimmt bewiesen werden kann, daß die Erde einst ein Ball glühender Gase war, wie die Sonne noch heute ist, aus dem durch allmähliche Erkaltung das Feste und Flüssige sich ausgeschieden, so dürfen wir gerade diese Anordnung der Stoffe erwarten, wie wir sie auf der Erde finden, nämlich eine Uebereinanderschichtung der drei Hauptstoffe: des Festen, Flüssigen und Luftförmigen nach ihrem Gewicht. In der That kann man die Erde betrachten als aus drei Schichten von Stoffen in verschiedenen Aggregatzuständen bestehend, einer festen, einer flüssigen und einer luftförmigen. Und diese sind streng nach ihrem Gewichte geordnet: Zu innerst das Schwerste, die feste Erde, — auf ihr das leichtere Flüssige, das Wasser, — über beiden das Leichteste, die Luft.

Diese Uebereinanderschichtung findet natürlich nicht mit geometrischer Regelmäßigkeit statt. Diese drei Körper greifen vielmehr öfters ineinander über. Das Wasser schwebt bald in der Luft in Form von Wolken oder Nebel und dringt im unterirdischen Quellgeäder tief in die Rinde der Erde ein und ebenso circulirt Luft in derselben Erdrinde und kommt, gemischt mit dem Wasser, an tausend und tausend Stellen mit ihr in Berührung. Aber das allgemeine Verhältniß der drei Stoffe entspricht ihrer Uebereinanderschichtung nach dem Gewicht und wir sind berechtigt, als allgemeinen Satz es auszusprechen: die Erde besteht aus einem festen Kern, der im größten Theil seiner Oberfläche von Wasser bedeckt und überall darüber von Luft umgeben ist.

Nun zuerst zum Wasser. Es war nur schematisch, wenn ich das Verhältniß des Flüssigen zum Festen so zeichnete, als umgebe das Wasser die Erde gleichmäßig auf allen Seiten. Allerdings finden wir Wasser in einer oder der anderen Form fast allverbreitet an der Erdoberfläche oder kurze Strecken unter derselben. Selbst die Wüste hat ja ihre Quellenoasen und aus den Felswänden springen

Digitized by Google

frische Brunnen. Aber die Vertheilung des Flüssigen ist der Menge nach eine sehr ungleiche, und es liegt gerade eine der vornehmsten Aufgaben der Geographie darin, die Vertheilung des Flüssigen auf der festen Erde und die dadurch bedingten Formen des Festen in ihren Einzelheiten nachzuweisen und in ihren Ursachen und Folgen zu erforschen. Das unterliegt freilich keinem Zweifel, daß die Erde, wenn sie eine ganz ebene Oberfläche hätte, auch ganz gleichmäßig von Wasser umgeben sein würde. Nun ist sie aber nichts weniger als gleichmäßig und eben an ihrer Oberfläche, sondern besteht vielmehr aus einer Abwechselung von Erhöhungen und Vertiefungen und das Wasser kann, dem Gesetz der Schwere folgend, nicht anders, als von diesen Höhen abfließen und in diesen Tiefen sich sammeln. Ein allgemeines Bild der Erde würde daher in mannigfacher Abwechselung die Erdoberfläche bald von Festem, bald von Flüssigem eingenommen darzustellen haben. Die großen Vertiefungen in der Erdoberfläche, welche dergestalt mit Wasser erfüllt sind, nennen wir Meere, die kleineren Seen, während zahllose Vertiefungen, die jenes Wasser gegraben hat, welches von den Erhöhungen nach den Vertiefungen abzufließen strebt, die Betten der Ströme, Flüsse und Bäche bilden. Endlich kreist auch noch Wasser der Quellen und unterirdischen Flüsse *unter* der Erdoberfläche. —

Auf der anderen Seite bezeichnen wir die größeren Erhebungen, welche massig aus diesen großen Vertiefungen der Erde hervorragen, als Erdtheile oder in einem umfassenderen Sinne als *Landmassen*, während die kleineren von ihnen *Inseln* genannt werden.

Das Flüssige nimmt den weitaus größten Theil der Erdoberfläche ein; von den 9,200,000 □ Meilen, welche die Erdoberfläche beträgt, sind ungefähr 2,460,000 Land und 6,800,000 Wasser — mit anderen Worten fast dreimal soviel Wasser als Land. Und dabei sind Wasser und Land so ungleich vertheilt, daß das Land auf der nördlichen Halbkugel, also da, wo wir wohnen, nahezu die Hälfte, auf der südlichen aber nur $^1/_8$ beträgt. Ja, so ungleich ist die Vertheilung, daß man die Erde sogar in zwei Halbkugeln theilen kann, die die Extreme des Festen und Flüssigen in sich schließen.

Digitized by Google

Nehmen wir als den Mittelpunkt oder Scheitel der einen Halbkugel London und als den anderen Neuseeland, so haben wir dort im Norden eine Halbkugel, die den größten Theil des Landes und hier im Süden eine, die den größten Theil des Meeres umschließt. Man spricht mit Recht von einer Landhalbkugel und einer Wasserhalbkugel.

Diese eigenthümliche Vertheilung des Festen und Flüssigen, welche es also bewirkt, daß der größte Theil des Landes auf die nördlichen und besonders die nordöstlichen Theile der Erde zusammengedrängt ist, ist übrigens nicht bloß eine an und für sich interessante, bemerkenswerthe Thatsache, sondern dieselbe hat auch ganz entschieden bedeutende Folgen für die Entwicklung und Kultur der Menschheit. Es ist angesichts einer solchen Vertheilung des Bewohnbaren auf der Erde klar — denn das Feste ist ja einzig und allein wirklich und dauernd bewohnbar zu nennen — daß der Schwerpunkt unserer Weltgeschichte auf der nördlichen Hemisphäre liegt, denn wo die größten Landmassen liegen, wohnen auch die größten Menschenmassen. Europa speciell, das die Mitte dieser großen Landansammlung einnimmt, verdankt ohne Zweifel, man kann das aus dem allgemeinen Werden seiner geschichtlichen Größe beweisen, einen sehr großen Theil seiner Bedeutung dieser Lage. Und sollte es ein Zufall sein, daß die größte Stadt der modernen Zeit und die größte Weltstadt wahrscheinlich, die es überhaupt je gegeben hat, soweit die Geschichte uns Kunde bringt, daß London fast genau in dem Mittelpunkte der Landhalbkugel seine Lage gefunden hat? Uebrigens knüpfen sich an diese ungleiche Vertheilung auch große klimatische Folgen, die wir an ihrem Orte kennen lernen werden.

Leider steht einem vollen Einblick in die Verhältnisse der Vertheilung von Wasser und Land die Unkenntniß gewisser Regionen der Erde entgegen, in welche man bis heute noch nicht einzudringen vermochte. Diese Regionen liegen um den Nord- und Südpol und umfassen, soweit sie unbekannt sind, etwa $^1/_{15}$ der Erdoberfläche. Gegen den Nordpol ist man am weitesten vorgedrungen, nämlich bis 83° 20′ nördlicher Breite, so daß man also noch 7° von ihm entfernt ist; dagegen hat von jeder Annäherung an die Südpolarregionen eine Eisschranke, die bei ungefähr 70° südlicher Breite sich

Digitized by Google

hinzieht, bis jetzt abgehalten, so daß man hier also noch viel weiter, nämlich 30° vom Pole selbst entfernt ist. Man nimmt indessen mit einiger Wahrscheinlichkeit an, daß kein ununterbrochenes Festland diese Regionen erfülle, sondern daß theils Meer, theils Inselgruppen in denselben vorwalten. Das allgemeine Gesetz der Anhäufung des Landes im Norden und des Wassers im Süden unserer Erde scheint in der That durch die Verhältnisse der unbekannten Theile der Polarregionen nicht erheblich gestört werden zu können.

XII.

Die Meere und Erdtheile.

Die Eintheilung des Weltmeeres in fünf große Meere. Die kleineren Meeresabschnitte. Die fünf Erdtheile und die Berechtigung ihrer Sonderung. Individualisirung der Erdtheile: Europa, Afrika, Asien, Amerika, Australien. Was ist gesetzmäßig in der Anordnung des Festen auf der Erde?

Man theilt das Land unserer Erde herkömmlich in fünf Erdtheile:

Asien	813,000	□M.
Amerika	720,000	„
Afrika	544,000	„
Europa	173,000	„
Australien	140,000	„

und ebenso theilt man auch das Wasser, das in Form des Meeres in großen zusammenhängenden Massen vorkommt, in fünf Meere:

Stilles Meer, oder Großer Ocean, oder Südsee . .	3,300,000	□M.
Atlantischer Ocean	1,635,000	„
Indischer Ocean	1,313,000	„
Südliches Eismeer	350,000	„
Nördliches Eismeer . . .	200,000	„

Digitized by Google

Jedes dieser Meere umschließt wieder eine größere oder geringere Anzahl von kleineren Abschnitten, die man ebenfalls als Meere bezeichnet und besonders da, wo das Land sich zu breiten Buchten oder Golfen einwölbt, oder wo Inselketten wie durchbrochene Dämme sich aus den weiten Wasserwüsten erheben, oder endlich wo nur schmale Meeresstraßen oder Sunde halb abgeschnittene Meerestheile mit dem großen Weltmeere in Verbindung setzen. Das Schwarze Meer, das durch den Bosporus und die Dardanellen in Verbindung steht mit dem Mittelmeer, dieses selbst, das durch die Straße von Gibraltar sich mit dem Atlantischen Ocean verbindet, die Nordsee, welche zwischen der skandinavischen und jütländischen Halbinsel einerseits und den britischen Inseln andererseits eingeschlossen ist, die Ostsee, welche mit der Nordsee durch den Sund zusammenhängt, sind derartige besondere Meerestheile, die eigentlich alle dem Atlantischen Ocean zugehören. Dasselbe Meer, das Atlantische, wird in dem Gebiet zwischen den westindischen Inseln und Mittelamerika als Antillenmeer bezeichnet. Vom Indischen Ocean sind in ähnlicher Weise das Rothe Meer, das man auch das Arabische nennt, der Persische Meerbusen, der Meerbusen von Bengalen und die sog. Sundasee gewissermaßen Ausläufer, und das inselreiche Stille Meer oder der Große Ocean hat im Beringsmeer, im Ochotskischen Meerbusen, im Japanischen Meer, im Gelben Meer, Chinesischen Meer, im Golf von Californien, in der Australsee zahlreiche kleinere Abtheilungen, welche indessen von der Hauptmasse dieses größten Meeres durch nichts anderes unterschieden sind, als dadurch, daß sie vom Lande, sei es Festland oder Inseln, mehr umschlossen sind. Diese kleineren Meerestheile, die man so mit eigenen Namen belegt, sind eigentlich nur conventionelle Schöpfungen, denn einen zwingenden Grund zu ihrer Abtrennung vom Ganzen sieht man in ihren Eigenschaften, in ihrer Natur nicht, aber es erleichtert die Orientirung, wenn man diese Zerlegung der großen Meere in kleinere Abschnitte beibehält, wie sie nun das praktische Bedürfniß der Seefahrer und Reisenden geschaffen hat. Aber man darf darüber nicht vergessen, daß ja sogar die fünf großen Meere, die man unterscheidet, durch keine Naturgrenze ganz scharf von einander getrennt werden,

Digitized by Google

und wenn man peinlich getreu sein wollte in der geographischen Beschreibung der Verhältnisse, wie sie in Wirklichkeit sind, müßte man sogar die Namen: Stilles Meer, Atlantisches, Indisches, Nördliches und Südliches Polarmeer fallen lassen und bloß von Einem Meere, einem einzigen großen Weltmeere sprechen. Denn diese fünf Meere gehen völlig unterschiedslos ineinander über, wo sie nicht durch Land voneinander getrennt sind. In der That, das einzige Meer, dessen Unterscheidung und Benennung in der Natur selbst begründet ist, das ist eben das Weltmeer, dasjenige, welches die ganze Masse des in den großen natürlichen Vertiefungen der Erdoberfläche sich ansammelnden Wassers aufnimmt. Nur es bildet ein zusammenhängendes Ganzes, während das Land auf der Erde immer nur in scharf voneinander getrennten, vereinzelten Massen, durchaus inselhaft auftritt, sei es nun in Weltinseln, wie die, welche aus Europa, Asien und Afrika besteht und mehr als 1½ Millionen □Meilen umfaßt, oder in kleinen und kleinsten Eilanden, die, von Korallen oder von vulkanischen Kräften aufgebaut, zu Tausenden und Zehntausenden die Meere durchschwärmen.

Wir wissen, daß das Feste nur ungefähr den vierten Theil der Erdoberfläche einnimmt und also bedeutend zurücksteht hinter der Ausbreitung des Flüssigen, ferner, daß es auf der nördlichen Halbkugel ausgebreiteter ist als auf der südlichen und daß es in drei großen Massen oder Weltinseln: Europa, Asien, Afrika — Amerika — Australien und außerdem in zahllosen vereinzelten Inseln hervortritt. Die Zertheilung in gewisse Hauptgruppen ist hier also leichter gemacht als beim Meer. Aber man hat es sich auch ohne das leicht gemacht, indem man fünf Erdtheile aussonderte, deren Berechtigung theilweise mehr in der Geschichte des Menschen als in der Natur zu suchen ist. —

Die fünf Erdtheile Europa, Asien, Afrika, Amerika, Australien scheinen zu den unanzweifelbarsten Grundelementen des Wissens unserer Zeit zu gehören. Niemand denkt daran, daß es mehr oder weniger derselben geben könnte. Ihre Fünfzahl und ihre herkömmliche Umgrenzung werden als etwas ganz Sicheres angenommen. Und doch ist vielleicht in wenigen Gebieten der Geographie eine Eintheilung so

Digitized by Google

willkürlich und zufällig getroffen, wie hier gerade bei den Erdtheilen. Die Eintheilung sowohl als die Namen derselben sind eben aus alten Zeiten herübergekommen, in denen man nur den kleinsten Theil der Erde kannte und benannte. Europa, das seiner ganzen Lage nach im Grunde nur eine große weit ins Atlantische Meer vorgestreckte Halbinsel von Asien, ist doch offenbar nur deßhalb als besonderer Erdtheil abgetrennt, weil die Alten es thaten, die aber weder das ganze heutige Europa, noch auch Asien kannten und unter Europa in Wirklichkeit nichts Anderes verstanden, als den westlichen und nördlichen Theil ihrer beschränkten Welt. Durch den Hellespont war dieses Europa von dem auch nur randweise gekannten Asien getrennt, das erst bei den Römern diesen Gesammtnamen führte, und den Südrand des Inneren Meeres oder Mittelmeeres bildete Libyen, das erst seit der römischen Zeit Afrika hieß. Das waren die drei Erdtheile der Alten, an die, wie an Krystallisationskerne, dann die Länder sich angliederten in dem Maße, wie sie bekannt wurden, und denen im 16. Jahrhundert Amerika und Australien oder Neuholland sich anreihten.

Rationell ist diese Eintheilung der Welt in fünf Erdtheile so wenig, daß man in den meisten Fällen Gründe für dieselben nicht angeben, sondern sie eben nur einfach durch das Herkommen begründen kann. Man beruhigt sich dabei, daß es so ist und verliert nicht viel dabei. Denn am Ende handelt es sich doch nur um Worte. Was liegt uns z. B. daran, ob man Europa als ein Stück von Asien oder als einen eigenen Erdtheil betrachtet? Europa verliert und gewinnt weder bei dem einen, noch dem anderen. Aber hergebrachte Dinge, vorzüglich wenn sie so ehrwürdigen Alters sind, ziemt es doch immer zu ehren und gerade Europa's Stellung unter den Welttheilen ist im eigentlichen Sinne so ganz eine Ehrenstellung, beruhend auf der geschichtlichen Größe seiner Bevölkerungen, daß trotz des Mangels einer scharfen natürlichen Abgrenzung von dem Reste der östlichen Landmasse oder Asiens, ihm die Selbstständigkeit als besonderer Erdtheil für alle Zeiten gesichert sein dürfte.

Ueberblicken wir rasch die Umrisse und Hauptmerkmale dieser conventionellen fünf Erdtheile.

Digitized by Google

Jeder von ihnen und ebenso auch jede der beiden Landmassen, zu denen sie gehören, weist eigenthümliche und individualisirende Züge auf. So sind im Vergleich der großen östlichen Landmasse, die aus Europa, Asien, Afrika und Australien besteht, mit der zwar viel kleineren, aber ebenso selbstständigen westlichen, welche nur die beiden Amerika, das nördliche und südliche umfaßt, die ganz verschiedenen Hauptrichtungen auffallend. Die östliche oder altweltliche Landmasse ist von Westen nach Osten nahezu über die Hälfte des Erdumfanges, nämlich 2300 Meilen ausgedehnt, während die westliche oder die der neuen Welt nur ungefähr ein Drittel so breit ist. Hingegen fällt aber auch sofort auf, daß diese westliche Landmasse wieder viel länger ist als die östliche, denn sie erstreckt sich durch 130 Breitegrade hindurch oder ca. 2000 Meilen von Norden nach Süden. Die eine ist also ebenso breit wie die andere schmal ist. Daneben ist auch der Unterschied in der Masse der beiden ein sehr hervortretender, denn in der östlichen Landmasse ist in Gestalt der vier Erdtheile, die sie umschlingen, nicht weniger als dreimal so viel Land angehäuft, als in der westlichen. Im Allgemeinen ist auch die östliche Landmasse viel reicher an Inseln und Halbinseln, überhaupt formenreicher oder gegliederter als die westliche.

Werfen wir auch auf die einzelnen Erdtheile einen kurzen, nur die allerhervortretendsten Merkmale beachtenden Blick, so finden wir zunächst in Europa den formenreichsten, mannigfaltigst gegliederten Erdtheil. Keiner erreicht ihn an Zahl der Inseln, Halbinseln, Meeresstraßen und Meeresbuchten, überhaupt aller jener Züge, welche der Physiognomie einer solchen geographischen Individualität Vielgestaltigkeit und scharfe Ausprägung geben. Den ganzen Erdtheil könnte man eine Halbinsel nennen, denn auf drei Seiten schließen ihn Meere ab und ich hob schon hervor, wie er halbinselgleich sich von dem massigen Stamme Asiens loslöst und in das Weltmeer sich weit hinauserstreckt. Die alten Geographen liebten ihn mit einer Jungfrau zu vergleichen, deren Haupt die Pyrenäen-Halbinsel, deren einen Arm Italien, den anderen die britischen Inseln bilden. Nun, das kann man thun oder lassen, aber es verdient Erwähnung als Beweis für die merkwürdig reiche

Digitized by Google

Gliederung dieses Erdtheils, denn es würde mit noch so viel Phantasie schwer werden, aus Afrika oder Asien oder Australien etwas Belebtes heraus- oder vielmehr hineinzusehen; dieser Erdtheil Europa ist, wohin wir auch schauen, an keinem Punkte seiner Ausdehnung vom Meere entfernt. Dieser Gliederung der Umrisse entspricht eine ebenso reiche Gliederung im Innern, welche eine außerordentliche Mannigfaltigkeit der Bodengestalt befördert. Kein Erdtheil hat so zahlreiche Gebirge und Hügelzüge, in keinem findet die einförmige Bodengestalt der Tief- und Hochebenen eine weniger weite Verbreitung. So wie nach allen Richtungen hin die Gebirge ziehen, so fließen auch nach allen Seiten Ströme und Flüsse. Europa ist der Erdtheil der zahlreichen, wenn auch kleinen Seen. Dem Klima nach gehört er fast ganz der gemäßigten, zu einem kleinen Theil der kalten Zone an, denn er reicht vom 35.° bis zum 71.° nördlicher Breite.

Wenn man Europa den nordwestlichen Anhang Asiens nennen kann, wäre Afrika als der südwestliche zu bezeichnen. Er ist in jeder Beziehung das Widerspiel von Europa: Arm an Inseln, Halbinseln und Meeresbuchten, mit Küsten, die fast überall abgerundet und stumpf verlaufen, ebenso massig und plump wie Europa zertheilt und gegliedert ist. Der Zusammenhang mit Asien ist nur ein schmaler, nur die 15 Meilen breite Landenge von Suez verbindet die beiden Erdtheile. Wie in den Umrissen, ist Afrika auch in der Bodengestalt seines Innern einfach bis zur Einförmigkeit und massig. Langgestreckte Hochebenen walten entschieden vor, während große Gebirge nur vereinzelt vorkommen und nie zu Gebirgssystemen sich verbinden, wie die amerikanischen oder asiatischen. Diesem massenhaften Charakter entsprechen einige gewaltige Ströme und große Seen auf der einen und ein kontinentales, gegensatzreiches Klima auf der anderen Seite. Indem Afrika zwischen 35° nördlicher und 36° südlicher Breite liegt, befinden sich in seinem Norden und Süden weite Strecken in den Passatregionen und erhalten einen wüstenhaften Charakter.

Asien ist der größte von allen Erdtheilen. Zwischen seinen Ost- und Westgrenzen liegen 164 Längengrade, zwischen seinem Nord- und Südende 77 Breitegrade. Er ist gleich-

Digitized by Google

sam der Kernkontinent, alle anderen scheinen um ihn sich anzulagern, an ihn sich anzulehnen. Europa's und Afrika's Verhältniß zu ihm haben wir schon kennen gelernt. Nordamerika ist nur durch die 15 Meilen breite Behringsstraße von Asien getrennt. Von einem Kontinent erblickt man das Ufer des andern. Von Asien nach Australien führt die Inselbrücke des sog. Malayischen Archipels. Die Geschichte zeigt, welche folgenreiche Bedeutung dieser mittleren Lage innewohnt. Asien ist die Völkerwiege Europa's, Amerika's und Australiens, die Quelle unserer Kultur und der größten Weltreligionen. Im Vergleich zu diesem Vorzug der Lage ist die eigene Gliederung Asiens weniger bedeutend, wiewohl es an Gliederung unmittelbar nach Europa folgt. Um Asien liegen die größten Inseln und Archipele, die wir kennen, ihm gehören die größten Halbinseln an, und einige der Meeresbuchten, die in seinen Umfang einschneiden, sind so groß, daß sie den Namen Meer führen. Die Bodengestaltung Asiens ist großartig angelegt, der Kern oder Rumpf des Erdtheils ist eine große Hochlandmasse, die höchste und ausgedehnteste; an sie lehnen sich die höchsten Gebirge an, die wir kennen, oder erheben sich über ihre Fläche. Nur Nordasien ist in großer Ausdehnung Tiefland. Einige von den größeren Halbinseln haben ihre eigenen Systeme von Gebirgen und Hochebenen. Die große Ausdehnung des Kontinentes bedingt im Innern desselben Armuth an atmosphärischer Feuchtigkeit und in Folge dessen breite Wüsten- und Steppenbildung. Die fruchtbarsten und in jeder Hinsicht der Kultur zugänglichsten Theile von Asien gehören den peripherischen, gleichsam dem Kerne hinzugefügten Stücken an. Die größten Ströme Asiens fließen vom Nordrand der Hochlandmasse durch das Tiefland des Nordens dem Eismeer zu. Demselben Nordrand sind großartige Seengebilde an- und eingelagert. Das Klima ist bei so weiter nordsüdlicher Erstreckung vom Aequator bis über den Polarkreis hinaus in sich sehr verschieden. Im Innern wiegt Trockenheit vor, während am Südrand der Hochlandmasse mit die feuchtesten Gegenden der Erde gelegen sind. Ebenso gehören Nordostasien die kältesten Gegenden der Erde an, während die wärmsten in gewissen Theilen des Südostens und Südens des Erdtheils zu finden sind.

Digitized by Google

Amerika ist eine Insel für sich, eine Weltinsel, die, rings vom Meere umgeben, mit keinem der anderen Erdtheile zusammenhängt. Von allen ist, wie wir gesehen haben, nur Asien ihm erheblich genähert. Amerika hat die größte Längenausdehnung zwischen 72° nördlicher Breite und 54° südlicher Breite, aber es ist dafür schmal, indem es an der breitesten Stelle nur zwischen 110 Längegraden gelegen ist. Die größte Eigenthümlichkeit seiner Gestalt ist die Einschnürung in der Mitte, welche durch den schmalen, mittelamerikanischen Landstreif bewirkt wird. Dadurch zerfällt der Erdtheil in zwei Hälften, eine größere nördliche und eine kleinere südliche: Nord- und Südamerika. Jenes ist gegliederter als dieses, welches der ungegliedertste von allen Erdtheilen. Südamerika hat keine Halbinsel und nur einige wenig bedeutende Inseln, Nordamerika ist an seiner Ost- und Nordseite reich. gegliedert, weniger an der Westseite. Beiden Erdtheilhälften gemein sind die Grundzüge der Bodengestaltung, welche hervortreten in dem von der Süd- bis zur Nordspitze durchziehenden Kettengebirge der Cordilleren, dem längsten und zweithöchsten Gebirgssystem der Erde, und in der fast unvermittelten Anlagerung von großen Hochebenen- und Tieflandgebieten an diese Gebirge. Die Seite, wo diese angelagert sind, die östliche, ist die zugänglichere. Große Ströme durchfließen sie und darunter ist der größte aller Ströme, der Amazonenstrom. An großen Seen ist Nordamerika reich, während Südamerika arm daran ist. Amerika umfaßt fast alle Klimate der beiden Halbkugeln, denn es reicht auf beiden Seiten vom Aequator tief nach Norden und Süden. Die Nähe der Meere verhindert nicht, daß im Herzen der beiden Kontinentalhälften, wo das Wasser nicht mehr in genügender Menge hingelangt, große Steppen sich entwickeln, welche an wenigen vorzüglich unbegünstigten Punkten sogar zur Wüstenbildung übergehen.

Australien, der kleinste Erdtheil, ist auch der geographisch am wenigsten scharf charakterisirte. Sein Umriß ist sehr einfach, seine Bodengestaltung höchst einförmig, denn es fehlt nicht nur völlig das Hochgebirge, sondern auch die höhere Hochebene. Ein trockenes Klima, vorzüglich durch die Lage in der Passatregion bedingt, macht den Erdtheil fast in

Digitized by Google

allen Theilen wasserarm. Er hat eine Reihe halbsumpfiger Salzseen, aber keinen einzigen großen Strom. Allerdings bringt die polynesische Inselflur und bringen einzelne größere Inseln wie Tasmanien und Neuseeland, die ja alle zu Australien (als Erdtheil) gerechnet werden, Gliederung und Mannigfaltigkeit hinzu. Aber das Großartige und Reiche bleibt auch so dem fünften Erdtheil versagt. —

Wenn nun auch die herkömmliche Theilung des Festen unserer Erde in fünf Erdtheile nur eine künstliche, so erhebt sich doch mit Berechtigung die Frage (denn was wäre berechtigter, als in der Verbreitung und Vertheilung einer solchen Masse über einen so regelmäßig gebauten Körper, wie unsere Erde ist, auch etwas Regel- oder Gesetzmäßiges zu erwarten?): Ist das Feste unserer Erde nach bestimmten Regeln und Gesetzen in dem Flüssigen verbreitet? Taucht es regellos, zufällig aus demselben auf, oder herrscht eine gewisse Ordnung in dieser Vertheilung? Ein erster oberflächlicher Blick auf die Karte oder den Globus scheint dieser Frage ein sehr entschiedenes Nein entgegenzusetzen, denn kaum dürfte es etwas Unregelmäßigeres im Reich der unorganischen Formen geben, etwas Zerschnitteneres und Zerisseneres, als diese verschiedenen Erdtheile. Und dennoch haben sie gewisse Uebereinstimmungen, welche gerade aus dieser Unregelmäßigkeit heraus bei näherem Anblick sich sehr auffallend hervorheben. Man muß freilich in den Anforderungen an diese Uebereinstimmung nicht gar zu weit gehen, nicht im pythagoräischen Sinne sich nur dann mit der Welt, wie sie eben ist, zufrieden geben wollen, wenn dieselbe überall nur aus den vollkommensten Formen, aus Kreisen, aus Drei- und Vierecken, aus Pyramiden, Kugeln und Würfeln besteht. Eine Regel haben wir ja übrigens schon erkannt, nämlich die Zusammenschiebung des Festen nach der nordöstlichen Hemisphäre hin und die vorwiegende Ansammlung des Flüssigen, des Meeres, nach der südlichen. An sie reiht sich eine weitere Gesetzmäßigkeit darin, daß die drei Weltinseln oder Landmassen nach Norden hin sich ebenso auffällig verbreitern, wie sie nach Süden sich verschmälern und zuspitzen. Die Analogie zwischen Afrika und Amerika ist in dieser Hinsicht so auffallend, daß schon Baco von Verulam, jener Philosoph im Anfange des

Digitized by Google

17. Jahrhunderts, dieselbe erkannte. Beide Erdtheile enden nach Süden unter allmählicher Verschmälerung als ziemlich spitze Dreiecke. Aehnlich endigt übrigens auch Vorderindien, ähnlich Hinterindien und Arabien. Und ähnlich wieder sind in Europa drei schmale und spitz zugehende Halbinseln: Pyrenäische, Italienische und Balkan-Halbinsel im Süden zu finden, während der Norden breit gegen das nördliche Eismeer schaut. Endlich findet sich in Australien ein wenigstens annäherndes, an diese Beziehungen anklingendes Verhalten, wenn wir uns die kleine Freiheit erlauben dürfen, Tasmanien oder Van Diemensland, das nur durch die seichte und schmale Baß-Straße von Australien getrennt ist, zu diesem kleinen Inselkontinent hinzuzuziehen: wir gewinnen damit für Australien eine ganz ähnliche Zuspitzung, wie für Amerika und Afrika. Alle anderen Gesetzmäßigkeiten, die man in der Gestaltung und Lagerung des Festen an der Erde hat finden wollen, sind viel weniger klar. Es ist wahr, daß eine gewisse Aehnlichkeit besteht zwischen der Inselkette, welche Australien an Asien und der Landbrücke, welche Südamerika mit Nordamerika verbindet. Ebenso ist bemerkenswerth das Vorkommen tiefer Einbuchtungen an der Westseite der Festländer, das Auftreten von Inseln oder Inselgruppen an der Süd- oder Südostseite ihrer zugespitzten Südenden, die vorwaltende Südrichtung der Halbinseln. Aber dieß alles sind nur Regeln, welche für eine größere Anzahl von Fällen gelten, in manchen aber auch sich wieder nicht bewähren. Es ist interessant, sie zu betrachten, aber wird aus dieser Betrachtung jemals ein Bildungsgesetz sich ergeben? Es ist im höchsten Grade fraglich.

Digitized by Google

XIII.

Die Oberflächenformen der Erde.

Flachland, Hügelland und Gebirgsland. Hochland und Tiefland. Die Tiefländer und die Senken. — Die Hochebenen. Entstehung, Eintheilung und Kulturbedeutung. — Gebirge. Ihr Verhältniß zu den Hochebenen. Die Gebirgsglieder und die mittleren Höhen. Gipfelformen und Physiognomie der Gebirge. Gliederung der Gebirge. Die Thäler. Baustoffe der Gebirge. Entstehung und Geschichte der Gebirge. Einfluß derselben auf die Gestalt der Erdtheile. Einfluß auf menschliche Verhältnisse.

Die Oberfläche der Erde ist wesentlich uneben. Die Unebenheit gehört zu den bezeichnenden Merkmalen der Erde. Wenn dieselbe auch im Vergleich zur gesammten Erdmasse zurücktritt, indem ja selbst der Unterschied zwischen der höchsten Bergspitze und der tiefsten Meeresstelle kaum den vierhundertsten Theil des Erdhalbmessers beträgt, so bleibt sie doch fast allgemein Eigenschaft der Erde. Die größten Unebenheiten der Erde werden erzeugt durch die großen zusammenhängenden, fast $^3/_4$ von der Oberfläche unseres Planeten einnehmenden Vertiefungen, welche vom Meere ausgefüllt werden. Aus ihnen erheben sich nicht nur die Festländer und Inseln, welche wir über den Meeresspiegel hervorragen sehen, sondern auch zahlreiche Höhenzüge, Tafelländer und andere Erhöhungen, welche in der Tiefe der Meere begraben bleiben. Zweifellos ist der Boden jener Vertiefungen, also der Meeresboden, viel weniger zerklüftet und in sich ungleich geformt, als der Boden des trockenen Landes, aber wir wissen genug aus den verhältnißmäßig spärlichen bisher angestellten Aufnahmen desselben, daß er an dem allgemeinen Merkmal der Erdoberfläche: ungleich, uneben zu sein, in seiner Weise entschieden theilnimmt (s. u. Abschn. XVII).

Die verschiedenen Bodenformen des trockenen Landes lassen sich in Flachland, Hügelland und Gebirgsland theilen. Als Erscheinungsformen einer und derselben Erdrinde sind sie zwar nicht sehr scharf auseinanderzuhalten und that-

Digitized by Google

sächlich kommen sie in den mannigfaltigsten Vereinigungen zusammen vor, aber sie sind die drei Typen, auf welche man alle Bodenformen zurückführen kann.

Die Form des Flachlandes ist in ihrer reinsten Ausbildung selten, denn es gibt auf der Erde wenige Landstrecken von durchaus ebener Oberfläche, und wo solche sich bilden, da verfallen sie in der Regel schon bald zersetzenden, uneben machenden Einflüssen. Von allen Stoffen, die wir an der Erdoberfläche kennen, hat nur das Wasser von Natur die Tendenz zu flächenhafter Anordnung, und demgemäß nimmt auch das Land reine Flächenform dort an, wo es in Wechselwirkung mit dem Wasser tritt. Deßhalb finden wir die reinsten Ebenen in den Anschwemmungsgebieten der fließenden Wasser, vorzüglich in den eigenthümlichen Delta's, die dieselben in ihren Mündungen zur Entwicklung kommen lassen, dann in schmalen Streifen an ihren Uferrändern, an Seeufern und an den Ufern des Meeres. Auch Torfmoore gehören zu den ebensten Bodenformen. In den Gebirgen findet man oft Thäler, deren Grund fast spiegeleben zu sein scheint: wenn man sie näher untersucht, sind es die Böden alter abgeflossener Seen. Es ist also wieder das Wasser, das diese Ebenen erzeugte. In minder reinen Formen tritt das Flachland in den langsam ansteigenden, für das Auge aber noch völlig wagrecht erscheinenden Tiefländern auf, welche durch Auffüllung flacher Meerestheile entstanden sind (Mississippi-Tiefland, Rheinisches Tiefland, Po-Ebene), aber je weiter vom Meere solche Flachländer liegen, desto unebener wird ihre Oberfläche, sie nimmt mehr und mehr wellige Formen an, bis sie hügelig geworden ist. Rein flache Bodenformen sind auch in Hochebenen, auf abgeflachten Höhenzügen und Bergen selten. Gewöhnlich nennt man sie nur flach, weil sie im Großen, aus Entfernungen betrachtet, so erscheinen; in Wirklichkeit sind sie aber fast immer ziemlich uneben.

Die welligen und hügeligen Bodenformen sind weit verbreitet. Die beiden sind nicht von einander zu trennen. Wir sahen soeben, wie die ersteren mit dem Flachland zusammenfließen, und in der That hat alles Flachland, das sich weit erstreckt, die Neigung zu welligen Formen. Die ungleiche Vegetation, die leise wirkende Erosion des auf und

Digitized by Google

unter der Oberfläche fließenden Wassers, und mehr noch die ursprünglichen Unebenheiten der Ablagerung sind geeignet, die leichten Unterschiede der Form und die kleinen Höhenunterschiede zu erzeugen, welche ihrerseits dem welligen Charakter Ursprung geben, wie man ihn so ausgeprägt in allen Prärien, Steppen, Pampas, oder wie man diese weit erstreckten, einförmigen Wellenebenen nennen mag, begegnet. Treffend wendet der Nordamerikaner für diese Bodenform, die in seinen Prärien die ausgezeichnetste Vertretung findet, den Ausdruck »rolling« an, welcher ihre Aehnlichkeit mit den flachen Wellen der „rollenden" See bezeichnen soll. Aber die Hügelform tritt in größerem Maßstabe in den eigentlichen Hügelländern hervor, welche bei bedeutenderer, oft zu 1000 Meter ansteigender relativer Höhe, doch die gleichen flachen, gleichmäßig abgerundeten Formen zeigen. In der Regel liegt denselben lockeres Material, wie Erde, Geröll u. s. f. zu Grunde, aber auch eigentliches Felsgestein neigt nicht selten zu hügelförmiger Verwitterung, wenn es z. B. durch Eis abgeschliffen wird (Rundhöcker) oder wenn die sehr lang währende Einwirkung der zersetzenden Kräfte seine Formen abgeglichen, gleichsam verschliffen hat. So ist die Hügelform bezeichnend für geologisch sehr alte Gebirge, deren einst scharfe und mannigfaltige Züge sich im langen Laufe der Zeit ins Rundliche, Gleichmäßige abgemildert haben (Schwarzwald, Vogesen, Böhmerwald, Harz).

Die Gebirgsform ist bezeichnet durch das Vorwalten der Höhenausdehnung, mit welcher Steilheit der Gehänge, Mannigfaltigkeit und Schärfe der Umrisse natürlich verbunden sind. Diese Merkmale brauchen indessen nicht nothwendig vereinigt zu sein mit bedeutender Erhebung. Klippen, die aus der einförmigen Fläche eines Meeresstrandes hervorragen, senkrechte Einschnitte, die ein Bach in sein Schwemmland macht, steile Abstürze, welche oft unerwartet im abgeschliffenen Felsgestein eines Hügellandes auftreten, können einen „gebirgshaften" Eindruck auch außerhalb des eigentlichen Gebirges bewirken. Ganzen Kalkgebirgen, die ihrer Höhe nach nur in die Kategorie der Hügelgebilde, nach landläufiger Bezeichnung fallen, sind gebirgshafte Formen eigen, und so könnte z. B. manches Hochgebirge den Frankenjura, oder den niedrigen

Digitized by Google

Rand der Alb, oder die Kreidefelsen von Rügen oder Südengland um ihre Kühnheit beneiden. Aber allerdings sind es hauptsächlich die Gebirge, in welchen diese Form in großartigster Ausbildung und weiter Verbreitung auftritt. Wie innig sie mit dem Wesen und der Entstehung der Gebirge, und besonders der Hochgebirge, zusammenhängt, werden wir bei Besprechung der letzteren kennen lernen. Hier nur soviel, daß man sich hüten muß, die Steilheit, welche das Grundmerkmal dieser Gestalten ist, zu groß anzunehmen. Man ist geneigt dazu, weil der machtvolle Eindruck, der jene Neigung wachruft, uns das Großartige, Erhabene in die Höhe strebend darzustellen. Aber in Wirklichkeit ist die Steilheit dieser Formen geringer als man gewöhnlich anzunehmen geneigt ist. So ist die geringste, dem Auge bemerkbare Neigung 10 Winkelminuten oder $^1/_6{}^0$, die größte Steigung der Mont-Cenisstraße 4^0, die Simplonstraße 5^0 43′, die steilste, für Fuhrwerke noch fahrbare Straße 13^0, Neigung eines schwer zu erklimmenden Abhanges 35^0, Neigung der steilsten Theile vulkanischer Kegel, welche der Mensch mit Mühe ersteigt, 42^0, Neigung, die von beladenen Maulthieren begangen werden kann, 29^0, Neigung, die für Schafe noch eben zugänglich, 50^0, unersteiglich (ohne Klettervorrichtung) 55^0.

Faßt man unter Vernachlässigung dieser verschiedenen Formen des Bodens bloß seine Höhenverhältnisse ins Auge, so gelangt man zu einer anderen Eintheilung: In Hoch- und Tiefland. Unter Annahme einer bestimmten Grenzzahl, welche man mehr bequem als natürlich, gewöhnlich bei 300 Meter wählt, wird alles unter 300 Meter befindliche Land als Tiefland, alles darüber hinausgehende als Hochland angesprochen. Die Form kommt dabei nicht in Betracht. Eine Eintheilung wie diese ist nicht ohne Werth für allgemeinste Versinnlichungen und Vergleiche, wie es denn ohne Zweifel nützlich ist, hervorzuheben, daß z. B. die Nordhälfte von Deutschland ebenso vorwiegend Tiefland sei wie die Südhälfte Hochland, oder daß das europäische Rußland fast ganz aus Tiefland bestehe, oder daß in Amerika sich das Hochland zum Tiefland wie 1 : 1,2 verhalte. Aber die Bezeichnung der Bodenformen wird immer nothwendig sein, um eine solche Kennzeichnung nicht schematisch werden zu lassen.

Digitized by Google

Die norddeutsche Seenplatte ist allerdings Tiefland und im Verhältniß zu den Gebirgen Süddeutschlands ist sie unbedeutend; im Verhältniß zu ihrer Umgebung aber ist sie eine beträchtliche Erhebung und damit ein sehr wichtiger, vielseitig einflußreicher Zug in der Gestalt des Landes. Wenn man einem Lande seine Stellung: ob Hoch- oder Tiefland, angewiesen, wird daher nicht alles gethan sein, sondern es wird immer Zweck der Beschreibung sein müssen, diesen schematischen Rahmen durch Schilderung der Bodenformen auszufüllen.

Zwei Bodenformen verdienen wegen ihrer allgemeinen Wichtigkeit etwas eingehendere Schilderung: Die Hochebene und das eigentliche Gebirg. Auch sie hängen innig zusammen. Verharrt eine Bodenerhebung auf weite Strecken in der gleichen Höhe, so nennt man sie Hochebene. Die Hochebenen sind sowohl nach Höhe als Ausdehnung als Oberflächengestalt ungemein verschieden geartet. Zwischen den gewaltigen Gebirgsmassen des Himalaya und Küen-lün erstreckt sich die entsprechend großartige tibetanische Hochebene, welche um 4000 Meter hoch und an manchen Punkten noch erheblich höher ist. Lhassa, die heilige Stadt der Buddhisten, ist einer der tiefer gelegenen Punkte dieser Hochebene und liegt doch noch in 3600 Meter. Gerade 10mal niedriger ist die hügelige Hochebene der Nordschweiz, welche zwischen Alpen, Jura und Rhein eingeschaltet ist, und noch niedriger einige der wichtigsten deutschen Hochebenen, vor allen die sog. baltische Seenplatte, welche trotz ihrer geringen Höhe der hervortretendste Zug der Bodengestaltung in Nordost-Europa auf der ganzen Strecke zwischen Ural und deutschen Mittelgebirgen ist. Das in der Kriegsgeschichte so wohl bekannte Plateau von Langres hat 300, die lothringische Hochebene 350 Meter. Zwischen diesen Extremen finden sich alle Abstufungen: die schwäbisch-bayrische Hochebene mit 500—550 Meter (München bei 510), die der Pyrenäen-Halbinsel mit 600—800 (Madrid bei 770), die innerafrikanische mit den großen Nil- und Congo-Quellseen 800—1200 Meter (Ukerewe bei 1150), die Hochebene Nordamerika's zwischen Mississipi und Felsengebirge, die als 200 Meilen breite Ebene ganz allmählich von 300—2000 Meter ansteigt, die Hochebene von Mexiko 2200, von Quito 2800, die peruanisch-bolivianische bis 4000 Meter.

Digitized by Google

Nicht minder verschieden sind die Ausdehnungen der Hochebenen. Die eben genannte Hochebene des innern Nordamerika kann auf 20,000 □Meilen veranschlagt werden, während die schwäbisch-bayrische gegen 120, das Plateau von Tarnowitz 8 Meilen mißt.

In ihrer Oberflächengestaltung gleichen die Hochebenen insofern den Tiefebenen, als sie nie auf weite Erstreckungen ganz flach, sondern mehr oder weniger wellig oder sogar hügelig sind. Den Namen von Ebenen scheinen sie nur zu verdienen, wenn man sie aus weiter Entfernung aufdämmern sieht oder aus der Vogelperspective sie betrachtet. Hier verschwinden dann die Unebenheiten und es zeigt sich nur die einzige große Umrißlinie der Gesammt-Erhebung. Befindet man sich aber auf ihnen selbst, dann treten diese Unebenheiten oft so stark hervor, daß man die erste Eigenschaft der Ebene, nämlich einen freien Umblick zu gewähren, verliert, und sich ringsum von Bodenwellen umgeben sieht. Es wird kaum der Erwähnung bedürfen, daß es auch flache Strecken auf Hochebenen gibt, sogar tischartig platte, und oft von Quadratmeilen weiter Erstreckung, aber gleichwie bei der Tiefebene ist trotz des Namens „Ebene" die Unebenheit Regel.

Nach dem Stoffe, aus welchem sie aufgebaut sind, und nach ihrer Entstehung sind die Hochebenen gleichfalls wieder weit auseinandergehend. Man kann darnach hauptsächlich drei Gruppen derselben unterscheiden: 1) Felsen-Hochebenen, welche aus ganzen übereinander geschichteten Gesteinsmassen bestehen. Hierher gehört in Deutschland die Rauhe Alb und der Hunsrück. Berühmt sind ferner aus dieser Gruppe die in den Wüstenreisen so oft genannten Hammadas, d. h. steinige Hochflächen, gleichsam Steinbänke oder Steinschwellen, welche plötzlich aus dem Sand oder der Haide der Sahara auftauchen und durch ihre rauhe Felsenhaftigkeit zu den unfruchtbarsten Theilen der Wüste gehören. Aehnlich sind die Mesas (Tische), vereinzelte Felsenhöhen mit flachen, oft Meilen langen und breiten Rücken, denen die Spanier in Amerika diesen bezeichnenden Namen beigelegt haben. 2) Aufschüttungs-Hochebenen. Die Flüsse, welche aus den Gebirgen hervorbrechen, führen Schlamm, Geröll, Sand u. dgl. in reichlicher Menge mit sich. Lassen sie diese Stoffe

Digitized by Google

am Fuß des Gebirges niederfallen, so häufen sie sich zu einer Art Schwelle oder Stufe an, welche mit der Zeit immer höher wird und sich endlich wie eine schräge, aber langsam abfallende Vorstufe vor das Gebirge hinlegt. Die schwäbisch-bayrische und die schweizer Hochebene gehören dahin. 3) Ausfüllungs-Hochebenen. In wasserarmen Ländern genügt die Kraft der fließenden Gewässer nicht, um den Schutt, welcher aus beständig fortgehendem Zerfall der Gebirge entsteht, aus den Thälern wegzuschaffen. Diese werden immer mehr mit demselben erfüllt und ebenso lagert er sich rings um den Fuß der Gebirge in breiten, beständig fortwachsenden Schwellen an. Zuletzt bilden diese Schuttablagerungen zusammenhängende Massen, aus denen nur die obersten Gehänge der Gebirge noch hervorragen, und man hat also dann eine Hochebene vor sich, welche von Gebirgen durchzogen ist (das sog. Große Becken Nordamerika's, welches den Großen Salzsee umschließt, zwischen dem Felsengebirge und der Sierra Nevada, ein großer Theil der innerasiatischen Hochebenen).

Die Hochebenen sind bei ihrer großen Verbreitung und Ausdehnung von erheblichem Einfluß auf eine ganze Reihe von Erscheinungen des organischen und menschlichen Lebens der Erde. Aber dieser Einfluß ist im Ganzen kein günstiger, denn im Grunde verbinden sie eben doch nur die Einförmigkeit der Flachländer mit dem kühleren Klima und der Neigung zu Dürre, die ihre Höhenlage mit sich bringt. Von der Mannigfaltigkeit der Lebensbedingungen in den Gebirgsländern ist nichts in ihnen zu finden. Bei großer Ausdehnung neigen sie überall zur Wüstenbildung. Ihr Pflanzenleben ist einförmig (die Steppe findet ja ihre eigentliche Heimath in den Hochebenenregionen), nährt aber stellenweise eine reiche Thierwelt. Die menschlichen Bewohner ausgedehnter Hochebenen verfallen mit Vorliebe dem Nomadismus, und nie sammeln sich hier so dichte Bevölkerungen wie in den Tiefländern. Nur in der Tropenzone werden die Hochebenen kulturfreundlich, indem sie durch ihr kühleres Klima die ausdauernde Arbeit im Gegensatz zur niederdrückenden Schwüle der Tiefländer begünstigen (Mexiko, Peru), aber die Neigung zur Wüstenbildung bleibt ihnen auch hier eigen und engt ihre Wirksamkeit ein.

Ist eine Erhebungsmasse durch tiefe Einschnitte gegliedert,

Digitized by Google

so daß sie statt der ganz oder annähernd in gleicher Höhe verlaufenden, daher mehr oder weniger ebenen Oberfläche der Hochebene eine Ansammlung von Kämmen und Gipfeln bildet, welche durch Einschnitte (Thäler) von einander geschieden sind, so wird sie zum Gebirge. Ein Gebirge ist also nicht eine Ansammlung von einzelnen Höhen, die durch Thäler von einander geschieden sind, sondern eine stark zerklüftete und gegliederte Erhebungsmasse. Es ist daher kein schneidender Unterschied anzunehmen zwischen Hochebene und Gebirge. In der That gibt es Gebirge, welche nicht anders entstunden als dadurch, daß auf Hochebenen zersetzende und zerklüftende Kräfte einwirkten und oft haben solche Gebilde noch so viel von ihrem ursprünglichen Zustande beibehalten, daß man sie als Hochebenen-Gebirge den übrigen Gebirgen gegenüberstellt. Es ergibt sich hieraus, daß die Gipfel, Zacken, Kämme und sonstigen starken Unebenheiten der Gebirge zwar sehr charakteristisch und oft im höchsten Grade eindrucksvoll sein mögen, daß aber das Wichtigste am Gebirge stets die Erhebungsmasse ist, an der diese Unebenheiten gewissermaßen nur eine oberflächliche Erscheinung sind. Sie ist es nicht nur, die denselben ein Fundament bietet, auf welchem sie sich in machtvoller Erscheinung aufbauen, sondern sie faßt auch erst die Summe all dieser Höhen und Tiefen zu einer Gesammtheit zusammen, welche eben das Gebirge ist. Auch an den Wirkungen, die die Gebirge auf die hydrographischen und klimatischen Verhältnisse ihrer näheren und ferneren Umgebung, auf Pflanzen- und Thierleben, und, nicht am wenigsten, auf den Menschen üben, hat gerade dieses massige Fundament den weitaus größten Antheil. Bedenken wir, daß die Berge des Küen-lün und Karakorum sich auf einem massigen Hochebenen-Fundament von 4000 und stellenweise noch darüber, die der Cordilleren von Peru bis Columbia auf einer solchen von 3000—4000, die von Mexiko auf einer von 2200 Meter erheben, und daß selbst in unseren kleinen deutschen Mittelgebirgen dieses Fundament in der Regel mindestens die Hälfte der Gesammterhebung ausmacht, so versteht man, daß dieser hochwichtige Theil der Gebirge bei der Betrachtung derselben gewiß nicht zu übersehen ist. Wir wollen denselben als Sockel bezeichnen.

Digitized by Google

Auf dieser Unterlage erheben sich nun höher hervorragende Massen, welche durch verhältnißmäßig schmale Einschnitte oder Aushöhlungen von einander getrennt sind. Wenn die Längenerstreckung in ihnen vorwiegt, nennt man sie die Kämme des Gebirges, sind sie nicht wesentlich länger als breit, so wird man sie als Gebirgsstöcke bezeichnen. Nicht selten sind mehrere von ihnen oder von den Kämmen oder beide miteinander kettenförmig aneinander gereiht, und dann entsteht eine Gebirgskette. Die höchsten Theile der Kämme und Stöcke erhalten als Gipfel besondere Namen. Ihre starke Erhebung, ihr selbstständiges Hervortreten, das sie weithin sichtbar macht, läßt die Gipfel als die eindrucksvollsten, für die Physiognomie der Gebirge wichtigsten Gebirgsglieder erscheinen; aber in Wirklichkeit sind sie nicht nur die vergänglichsten von allen wegen ihrer Ausgesetztheit gegenüber zerstörenden Einflüssen, sondern auch die für das Wesen und die Wirkungen der Gebirge unbedeutendsten. Die Kämme sind in diesen Beziehungen viel wichtiger als die Gipfel. Ihre tiefsten Einsenkungen, welche man als Pässe bezeichnet, sind sogar von höchster Wichtigkeit für das Verkehrsleben der Menschen; aber auch für das Wandern anderer lebender Wesen und wegen der herüber- und hinübersteigenden Luftströme selbst für die klimatischen Verhältnisse sind sie von Bedeutung.

Sind nun auch die Gipfel von geringer Bedeutung für das Wesen und die Wirkungen der Gebirge, so sind sie dafür um so bedeutsamer für die Physiognomie derselben. Sie sind vor allem im Fernblick stark hervortretend und der Charakter der Gebirgspanoramen wird wesentlich durch sie bestimmt. Im Hochgebirge sind am häufigsten die Spitze (Ortler, Adamello), das Horn oder Dent (Großglockner, Großvenediger), Kuppe, Kegel oder Kopf (Oetscher), Dom, Kuppel (Similaun, Königsspitz), Thurm (Matterhorn), Giebelhorn (Hochschober), Doppelhorn (Watzmann), Stock (Monte Rosa). In verschiedenen Hochgebirgen sind diese Formen in verschiedenster Weise mit einander verbunden. In den Alpen z. B. erscheinen als die am häufigsten wiederkehrende Combination Spitzen und Hörner, welche durch einen scharfen Grat zu einer geraden oder halbrund gebogenen Reihe verbunden

Digitized by Google

sind. Sie ist höchst charakteristisch. Für die Pyrenäen ist die Anordnung der Gipfel und Kämme um tiefe Circusthäler am bezeichnendsten. Im Kaukasus treten als Ausdruck des stark vertretenen Vulkanismus die Einzelberge in Kuppen- und Kegelform selbstständiger hervor. In der kalifornischen Sierra Nevada spielen Dome und Kuppeln, aus Verwitterung des Granites entstanden, eine hervortretende Rolle. Die Gipfelformen der vorwiegend vulkanischen Gebirge sind fast nur die für Vulkane immer und überall charakteristischen flachen

Fig. 5.

Die Suretta-Hörner vom Savierpaß gesehen.

Kegel und Dome. In den Mittelgebirgen sind die Gipfelformen im Allgemeinen sehr wenig mannigfaltig, sie sind in der Regel nur die höchsten Anschwellungen in den sanften Wellenlinien der lang verlaufenden Kämme dieser Gebirge, demgemäß vorwiegend gerundet, vermittelt, wenig scharf ausgeprägt. Mit ihnen sind nicht zufällig aufgesetzte Vulkankegel zu verwechseln, wie z. B. der Odenwald im Katzenbuckel einen aufweist. Zwar gilt der Katzenbuckel für die höchste Erhebung des Odenwaldes, aber im Grunde ist er ein dem Gebirgsbau dieses kleinen Plateau-Gebirges fremdes Glied.

Digitized by Google

Was das Material anbetrifft, so bestehen die Hochgipfel der Alpen theils aus Granit, theils aus Sedimentärgestein (Matterhorn, Ortler). Im Himalaya scheint Granit die höchsten Erhebungen zu bilden, während Lavafelder im Dekan und in Tibet vorhanden sind. In den Anden dominiren vulkanische Gesteine über die granitnen, welche zu Grunde liegen, in den Cordilleren nach Regionen verschiedene, aber einige der höchsten Gipfel sind granitisch. Granitisch scheint überhaupt der Kern der meisten Gebirgssysteme.

Viel beschäftigt hat die Geographen die Feststellung mittlerer oder Durchschnittszahlen für die Höhe dieser Gebirgsglieder. Welches ist die durchschnittliche Höhe aller Gipfel, aller Kämme und des Sockels eines Gebirges? Bei der Schwierigkeit, hinreichend genaue Messungen in genügender Zahl zu erhalten, haben diese interessanten Untersuchungen bisher nur in geringer Ausdehnung angestellt werden können. Und doch liegt es auf der Hand, daß es wünschenswerth, an Stelle einzelner zufälliger Gipfelhöhen, wie sie in der Regel für die Gebirge gleichsam als Signaturen gegeben werden, Zahlen zu erhalten, welche den Durchschnitt der Gesammterhebung aller Gipfel, aller Kämme und aller Päße eines Gebirges angeben. Solche Zahlen sind allein von Werth für die vergleichende Untersuchung der Entstehung und der Wirkungen eines Gebirges oder Gebirgsabschnittes. Schon A. v. Humboldt, der auf ihre Wichtigkeit zuerst aufmerksam machte und die ersten Versuche zu ihrer Feststellung machte, hob hervor, wie verschieden sich z. B. anscheinend ähnlich gebaute Gebirge wie Alpen und Pyrenäen im Lichte dieser Zahlen darstellen. Die Höhe des höchsten Gipfels der Pyrenäen des Pic d'Anéthou beträgt 3500, die des höchsten Alpengipfels, des Montblanc, 4800 Meter. Aber diesem Unterschiede der größten Gipfelhöhen entspricht nicht bloß nicht der der mittleren Paßhöhen, sondern diese verhalten sich umgekehrt: die der Pyrenäen mit 2500 Meter ist größer als die der Alpen mit 2400 Meter. Es ergibt sich schon hieraus die bemerkenswerthe Thatsache, daß das an Gipfelhöhe viel minder bedeutende Gebirge der Pyrenäen einen höheren Kamm hat und daher schwieriger zu übersteigen ist als das der Alpen. Der Unterschied ist bei anderen Gebirgen

Digitized by Google

von alpiner Höhe noch bedeutender; so beträgt die mittlere Paßhöhe der Felsengebirge von Colorado etwa 3300 Meter, die höchste Gipfelhöhe 4400. Es würde also sehr fehlerhaft sein, wenn man allein aus der Höhe der Gipfel einen Schluß auf die Gesammtmächtigkeit eines Gebirges machen wollte. Bei den genaueren Bestimmungen der mittleren Höhe einiger Gebirgsglieder, wie man sie neuerdings für einige kleinere Gruppen der Alpen versucht hat, ließ man die Paßhöhe bei Seite, weil oft als Pässe nicht bloß Einsenkungen im Gebirgskamm, sondern auch Pfade bezeichnet werden, die einen Gebirgskamm umgehen, statt ihn zu überschreiten. Man hat dieß thun können, weil man eine Menge von Messungen der eigentlichen Einsattelungen von diesen Gebirgen besitzt. Das Mittel aus diesen Zahlen hat man „mittlere Sattelhöhe", das aus der Höhe der höchsten Theile der Kämme „mittlere Grathöhe" genannt, und der Durchschnitt der beiden Größen ergibt natürlich die „mittlere Kammhöhe". Die folgende Tabelle gibt Gelegenheit, belehrende Vergleiche anzustellen zwischen diesen mittleren Größen unter sich und mit den Gipfelhöhen für einige der hervorragendsten Abschnitte der deutschen Alpen:

	Höchster Gipfel	Mittlere Kammhöhe	Mittlere Grathöhe	Mittlere Sattelhöhe
	Meter	Meter	Meter	Meter
Oetzthaler Gebirge . . .	3780	3008	3118	2898
Hohe Tauern	3800	2727	2843	2610
Nordtiroler Kalkalpen . .	3037	1842	2014	1669
Südtiroler Dolomitalpen .	3496	2247	2419	2074

Man sieht hier viel geringere Unterschiede in den Gipfeln als in allen anderen Höhen. Man liest aus diesen Zahlen einiges heraus, was man nicht erwartete. So erkennt man in der Oetzthaler Gruppe einen viel weniger zerklüfteten, viel gleichartigeren, kompakteren Bau als in den anderen; die beiden Gruppen der Kalkalpen zeigen aber noch deutlicher ihre im Vergleich zu den beiden anderen aus Urgestein auf-

Digitized by Google

gebauten Gebirgen ungeheure Zerrissenheit und Zerklüftung und zwar nicht nur in dem großen Unterschied der Gipfel- und Kammhöhe, sondern auch in dem verhältnißmäßig gleichfalls nicht geringen Unterschied zwischen Grat- und Sattelhöhe. Mit anderen Worten: nicht nur ragen die Gipfel ungewöhnlich weit über die Kämme empor, sondern diese selbst sind tiefer ein- und ausgeschnitten. Als mittlere Paßhöhen einiger hervorragender Gebirge seien noch genannt: 4900 Meter Himalaya, 3600 Andes, 3300 Felsengebirge, 2900 Sierra Nevada (Californien) zwischen 38 und 36° n. B., 2600 Sierra Nevada (Californien) zwischen 38 und 39° n. B., 1100 Alleghanies. Würde eine genügend große Zahl von Höhenmessungen vorhanden sein, so wäre es vor Allem angezeigt, statt der Paß-, Kamm- u. a. Höhen für weite, in sich selbst so verschiedene Gebirgszüge, wie Andes, Himalaya u. s. f., diese mittleren Größen für einzelne natürliche Abschnitte der betreffenden Gebirge festzusetzen, so wie es oben für verschiedene Theile der deutschen Alpen geschehen. Die mittleren Größen solcher Gruppen sind von um so entschiedenerem Werth, je in sich abgeschlossener und gleichartiger die letzteren sind.

Schwer ist der Flächenraum zu bestimmen, welchen ein Gebirge einnimmt. Die Messung einer gegebenen Fläche ist kinderleicht, aber die Schwierigkeit liegt in der Abgrenzung des Gebirges. Hören die mittleren Nordalpen am Fuß der eigentlichen Voralpen auf oder im Donauthal? Wo sind die Vogesen von der Hardt abzugrenzen? Wo liegt die Scheide zwischen Erz- und Riesengebirge? Diese Grenzfragen gehören zu den allerschwierigsten und sind oft genug einfach unlösbar, so z. B., wenn, wie bei den nordamerikanischen Felsgebirgen, weit vorgeschobene Gebirgsgruppen nur durch flache Höhenrücken mit dem Hauptgebirge verbunden sind. Allgemeine Grundsätze sind hier nicht aufzustellen, sondern jeder einzelne Fall fordert sein besonderes Recht. Deßwegen hat es keinen Werth, kahle Zahlen für die Flächenräume der Gebirge anzugeben, wie z. B. die herkömmlichen 5400 □Meilen für die Alpen oder 43,000 □Meilen für den Himalaya. Leichter ist die Flächenmessung bei kleinen Gebirgen dieser Art, von welchen der Harz 36, der Aetna 25 □Meilen hat. Aber

Digitized by Google

jede Zahl müßte allerdings, um ganz klar zu sein, mit einer Angabe der Grenzen begleitet sein, innerhalb deren das betreffende Gebirge gemessen ist.

Man bezeichnet als horizontale Gliederung der Gebirge ihr Zerfallen in neben- oder hintereinander liegende Abschnitte. Diese Abschnitte sind entweder dieselben einfacheren Gebirgsglieder, welche wir bereits kennen gelernt haben, also Stöcke, Kämme oder Ketten, oder es sind aus solchen Gliedern zusammengesetzte kleinere Gebirge, die zu einem größeren verbunden sind. Diese Gliederung kann stark oder schwach sein. Eine starke Gliederung zerlegt ein Gebirge in Theile, welche kaum merklich mehr zusammenhängen, und bei denen dann nur noch Gemeinsamkeiten des allgemeinen Aufbaues, der Richtung, Lage u. dgl. die Zugehörigkeit zu dem größeren Ganzen erkennen lassen. So ist z. B. stark geliedert die mittelamerikanische Cordillere, deren Einsenkungen und zugleich Verschmälerungen bei Panama auf 87, in Nicaragua auf gegen 45 und bei Tehuantepec auf 220 Meter herabgehen; ebenso sind die Alleghanies stark gegliedert, die im Thal des Hudson und Mohawk eine bis auf 43 Meter heruntergehende Einsenkung aufweisen. Aber trotzdem ist der Zusammenhang bei beiden Gebirgen unläugbar vorhanden. So sind die nördlichen Kalkalpen von den Centralalpen durch zum Theil tief einschneidende Thäler getrennt (Inn, Salzach, Enns), und nichtsdestoweniger bleibt das Alpengebirge ein Ganzes. Bei anderen Gebirgen überwiegt die zusammenhängende Grundmasse so sehr, daß jede Gliederung weit zurücktritt und jedenfalls nicht mehr zu den wesentlichen Eigenschaften des Gebirges gehört. Für sie kann das skandinavische Gebirge als Muster gelten, trotz der tief einschneidenden Fjords und fjordähnlichen Thäler. Man könnte diese beiden Grade von Gliederung als Gliedergebirge und Massengebirge einander entgegenstellen. Was nun die verschiedenen Arten von horizontaler Gebirgsgliederung anbetrifft, die deutlich genug sind, um durch besondere Benennungen unterschieden zu werden, so ist unter Quer- oder Transversal-Gliederung der Gebirge zunächst die Zerschneidung ihrer Längenaxe zu verstehen. Aus einem großen Gebirge wird eine Anzahl kettengliedartig aneinander gereihter kleinerer. Dahin gehören die oben er-

Digitized by Google

wähnten Gliederungen der mittelamerikanischen Cordilleren und der Alleghanies. Der Apennin zeigt eine sehr deutliche Quergliederung in seinem südlichsten Theil. Im Ural tritt sie ebenfalls ziemlich klar hervor. Das Erzgebirge ist durch den Elbeinschnitt gegliedert. Im entgegengesetzten Sinne macht die Parallel-Gliederung sich geltend, welche, statt rechtwinklig wie die vorige, parallel zur Längsaxe die Gebirgsmasse zerlegt. Die besten Muster dieser Art von Gliederung sind die sog. Faltengebirge, wie Jura und Alleghanies, deren Aufbau auf eine Aufeinanderfolge mehr oder weniger gleichlaufender Höhenzüge zurückzuführen ist, welche durch Faltung des Bodens entstanden sind. Weniger klar ist die Parallel-Gliederung da, wo eine einst zusammenhängende Erhebungsmasse durch zerklüftende Kräfte zertheilt wurde. Es ist z. B. wahrscheinlich, daß Schwarzwald und Vogesen ursprünglich zusammenhingen und daß die oberrheinische Ebene, welche sie heute trennt, eine spätere Bildung ist. Spaltende Gliederung tritt da ein, wo eine Gebirgskette sich spaltet, um in Gabelform weiterzuziehen. Meist findet dann nach einer Strecke eine Wiedervereinigung statt, wodurch ein rings von Gebirg umschlossenes Hochthal von oft beträchtlicher Ausdehnung gebildet wird. So mehrmals bei den süd- und nordamerikanischen Cordilleren, wo die Landschaften von Quito und Cuzco auf diese Weise zu bergumschlossenen Hochthälern geworden. Eine Gabelung ohne Wiedervereinigung findet am Ural statt bei der Abzweigung des Pachoi-Gebirges und des Höhenzuges von Timan. Strahlenförmige Gliederung setzt einen Gebirgsknoten oder Gebirgsstock voraus, von welchem die Höhenzüge nach verschiedenen Seiten ausstrahlen, oder an den sie sich anzulehnen scheinen. Hier Beispiele zu nennen ist fast nicht nöthig, denn jeder kennt die wegen ihrer beherrschenden, zusammenfassenden Mittelpunktslagen so viel genannten Gebirgsknoten des St. Gotthard, des Fichtelgebirges, des Triglav, denen unter den neuerlich genauer erforschten die Windriver-Gruppe in den nordamerikanischen Cordilleren und das Pamir-Plateau in Mittelasien zugesellt werden dürfen. Mächtige Gebirgszüge strahlen von diesen Knotengebirgen aus, die durch ihre Mittelpunktslage in der Regel auch für die Bewässerung der betreffenden Länder Bedeutung gewinnen. Alle die

Digitized by Google

genannten Gebirge sind nicht aus Zufall wichtige Quellmittelpunkte.

Neben dieser Gliederung im Großen geht die Gliederung in kleinerem, aber tief eingreifendem Maßstabe einher, welche durch die Thäler und die ihnen verwandten Hohlformen des Bodens in den Gebirgen bewirkt wird. Wir werden diese Formen im Abschnitt XIX im Zusammenhang betrachten, weil sie nicht ohne Kenntniß der Eigenschaften des fließenden Wassers zu verstehen sind; sie sind aber schon hier zu berühren, weil sie den wesentlichsten Antheil an der Gebirgsbildung nehmen. Zwei nebeneinander liegende Erhebungen sind immer durch einen Einschnitt getrennt, welcher ebenso tief ist als sie hoch sind. Das ist selbstverständlich. Ebenso klar ist es, daß die Form dieser Einschnitte von wesentlicher Bedeutung ist für den Gebirgscharakter, denn gerade jene eindrucksvollsten Gebirgsglieder, die Kämme und Gipfel, sind allerseits von solchen Einschnitten, den Thälern, umgeben, und diese Thäler sind es, die die Wege öffnen von den höheren zu den tieferen Theilen des Gebirges und von diesen nach den Ebenen hinaus. Die für die Bildung und Funktion der Gebirge so wichtigen Quellen, Bäche, Flüsse, Lawinen, Eisströme suchen in den Thälern ihre Wege, ebenso der Verkehr der Menschen und die Wanderungen der Thiere und Pflanzen. Sie sind die Bahnen der Winde. Kurz, in den äußeren Beziehungen der Gebirge spielen sie die wichtigste, vermittelnde Rolle, weil sie eben die Gebirge aufschließen.

Man unterscheidet zwei Arten von Thälern; solche, deren Bildung mit der Entstehung des Gebirges selbst zusammenhängt, und solche, die erst nachträglich in das Gebirge eingegraben worden sind. Die ersteren kommen überhaupt nur in Gebirgen und Hügelländern vor, sie sind durch die Faltung des Erdbodens entstanden, welche den Erhebungen der Erde zu Grunde liegen. Sie finden sich daher am klarsten ausgeprägt in den sog. Faltengebirgen, welche parallele Gliederung aufweisen. Man nennt diese Thäler Faltenthäler oder dynamische Thäler. Der erstere Name versteht sich von selbst, der zweite will aussprechen, daß sie Erzeugnisse derselben Kraft seien, welche auch das Gebirge gebildet hat. In den deutlichen Parallelgebirgen, wie Jura und Alleghanies,

Digitized by Google

sind alle Vertiefungen zwischen den Falten des Gebirges Thäler von dieser Art. Aber auch in anderen Gebirgen treten sie oft sehr kenntlich hervor. So ist eines der mächtigsten Gebilde dieser Art jene Kette von großen Thälern, die vom Genfer See erst im Rhonethal bis zum Gotthard, von da im Rheinthal bis Chur, von Chur im Innthal bis Innsbruck, dann weiter im Salzach- und Ennsthal bis zu den Rottenmanner Tauern sich zwischen Central- und Nordalpen durchzieht. Jedes große Gebirge zeigt Thalbildungen dieser Art, wenn mit seiner Hebung Faltenbildungen verknüpft waren. Als großartigste Beispiele dynamischer Thäler ist das Indus-Thal bis zur Umbiegung oberhalb Peschauer und das in entgegengesetzter Richtung ziehende Thal des Sanpo, des westlichen Bramaputra-Armes zu nennen. Gewöhnlich laufen diese Thäler in der Längsaxe der Gebirge oder wenigstens nicht rechtwinklig auf dieselbe wie die Erosionsthäler. Man legt ihnen deßhalb auch den Namen Längsthäler bei. Die zweite Klasse von Thälern, die Erosionsthäler, gehören nicht den Gebirgen allein an, sondern sie finden sich überall, wo fließendes Wasser seine Wege sucht, sich in den Erdboden eingräbt. Aber gewisse Formen derselben sind auch wieder vorwiegend den Gebirgen eigen, und zwar sind es die entschiedenen, scharf ausgeprägten Formen, wie sie durch die rasch fließenden Gebirgbäche und wohl auch durch das fließende Eis der Gletscher sich erzeugen. Es sind das die schmalen und tiefen Thäler, die jeder Besucher des Gebirges als Klammen, Risse, Schluchten, Tobel, Klausen, Runsen kennt. Auch die halbrund abgeschlossenen Thäler, die sog. Circusthäler sind vorwiegend in den Gebirgen vertreten, wo sie gewöhnlich den obersten oder hintersten Theil der Erosionsthäler bilden. —

Das Material der Gebirge ist dasselbe wie im übrigen Erdboden. Keine Verschiedenheit des Stoffes, sondern nur Unterschiede der Form, der Gruppirung und der Menge sind es, welche die Gebirge von der übrigen Erdrinde unterscheiden. Man hat noch nie in einem Gebirge, weder am Fuß noch am Gipfel, weder im Innern noch im Aeußern, ein Gestein gefunden, welches nicht auch in der übrigen Erdrinde vor-

Digitized by Google

käme. Aber allerdings ist die Art des Vorkommens und sind die quantitativen Verhältnisse der Gesteine, die ein Gebirg aufbauen, sowie ihre Anordnung in manchen Beziehungen verschieden von den Erscheinungen, welche wir in und an denjenigen Theilen der Erdrinde beobachten, welche nicht zu den Gebirgen gehören. Der augenfälligste Unterschied liegt immer in dem Zurücktreten jener lockeren Bodenarten, welche in den ebenen Theilen der Erde oft über Tausende von Quadratmeilen lückenlos wie ein verhüllendes Gewand ausgebreitet sind: der Dammerde, des Lehmes, Mergels, Sandes, Gerölles, welche aus dem Zerfall der festeren Gesteine entstehen. In den Gebirgen finden diese Zersetzungsprodukte keine Möglichkeit, sich zu halten. Erst in den tieferen Theilen und den Flachländern gelangen sie zur Ablagerung und erhöhen und verdichten damit noch jenes Gewand, welches die starken Formen des Felsgerippes der Erde verhüllt. So kommt es, daß in den Gebirgen die Felsnatur der tieferen Erde ebenso durchgängig bloßliegt, wie sie in den flacheren Theilen der Erde verhüllt zu sein pflegt. Dieß gilt vor Allem von den Hochgebirgen, die über die Wald- und die Schneegrenze hinausragen. In Mittelgebirgen und Hügelländern bietet das in der Regel gerade hier sehr ausgedehnte Waldkleid Schutz gegen die Fortführung des lockeren Bodens, aber selbst hier tragen in den Thaleinschnitten, bei klippenhaft steilen Abstürzen oder wo sehr leicht zerfallende Gesteine vorkommen, die unerwartet hervortretenden Felsformen wesentlich zu dem Reize bei, den die Gebirgsnatur auf unsere Phantasie ausübt. Immer ist das Felsige, Steinige, Starre wesentlich Merkmal der höheren Gebirge. Eine weitere Besonderheit, welche an dem Material der Gebirge uns entgegentritt, ist die Mannigfaltigkeit ihrer Gesteine. Es genügt, eine geologische Karte anzusehen, um die Ueberzeugung zu gewinnen, daß diejenigen Theile der Erde, wo die mannigfaltigsten Gesteinsarten in der mannigfaltigsten Vertheilung auftreten, die Gebirge sind. Diese bemerkenswerthe Erscheinung hängt zum Theil mit der Entstehungsgeschichte der Gebirge, zum Theil mit den Veränderungen zusammen, welche sie nach ihrer Bildung erfahren haben. Es führt auch sie im Grunde auf eine Formverschiedenheit zurück. Wo der Boden flach ist, kommt uns in der

Digitized by Google

Regel nur die alleroberste Schicht zur Ansicht, wird er aber gehoben, gefaltet, zusammengeschoben, wie es in den Gebirgen ohne Zweifel geschehen, dann bilden sich Klüfte und Risse, die auch die tieferen Schichten hervortreten lassen, und durch Ab- und Auswaschung werden dieselben bloßgelegt. Auch darin liegt noch ein stofflicher Unterschied zwischen Gebirg- und Flachland, daß im ersteren die krystallinischen Gesteine, wie Gneiß, Granit, Glimmerschiefer, Porphyr u. a. so häufig hervortreten. Der Grund hiervon liegt manchmal ebendort, wo wir den Grund für die Mannigfaltigkeit der Gebirgsgesteine im Allgemeinen gesucht haben: in der Bloßlegung der tieferen Schichten. Von diesen Gesteinen ist die Mehrzahl sehr alt. Man stößt auf sie, wo immer man in große Tiefen gräbt, und einige Geologen haben darum sogar die ursprüngliche Erstarrungskruste der Erde in ihnen sehen wollen. Wenn sie nun in den Gebirgen so häufig und ausgedehnt hervortreten, so liegt es öfters auch daran, daß dieselben Theile der Erde darstellen, welche seit sehr langen Zeiten schon festes Land sind. Sie ragten aus den Meeren der Vorzeit, wie sie den Meeren der Jetztzeit trotzen. Ringsumher lagerten Meere und Seen ihre Niederschläge ab, welche wir heute als mächtige Sand-, Kalk- und Thonschichten über die älteren Gesteine hingebreitet finden; diese Niederschläge umgaben auf diese Weise den alten Felsblock dieses Gebirges ringsum, aber er selbst blieb frei davon. Manche der Gneiß- und Granitgebirge Deutschlands, wie Schwarzwald, Vogesen, bayrischer Wald, Harz, aber auch das mächtige Gebirge der skandinavischen Halbinsel sind so gleichsam stehen gebliebene Reste eines älteren Zustandes. Weitere Gründe für die starke Vertretung krystallinischer Gesteine in den Gebirgen liefert ferner die Thatsache, daß vulkanische Ausbrüche mit ihren Laven nicht selten kräftigen Theil am Aufbau derselben genommen haben; und ferner, daß unter bestimmten chemischen Einwirkungen, verbunden mit starkem Druck, manche Gesteine, die ursprünglich geschichtet waren, krystallinisch werden können. Endlich wird aber immer wieder die außerordentliche Mannigfaltigkeit der Lagerungsverhältnisse der Gebirge, die wir schon kennen gelernt, nicht nur als wichtigste Ursache dieser stofflichen Verschiedenheiten, sondern überhaupt als durchgreifendsten

Digitized by Google

Grund der Verschiedenheit von Gebirge und Flachland bestehen bleiben.

Welches sind nun die Ursachen der Gebirgsbildung, d. h. dieser Veränderung der Erdrinde, welche aus derselben Gebirge macht? Und welche Kraft ist es, welche an einzelnen Stellen der Erdoberfläche die Erdrinde in so merkwürdiger Weise verändert hat? Sind die Gebirge entstanden, weil da, wo sie stehen, die Erdrinde gehoben worden ist, oder hat sich die Erdoberfläche rings um sie her gesenkt? Und wenn sie einer erhebenden Kraft ihr Dasein verdanken, war dieß eine ruckweis wirkende, stoßende? Oder war es eine langsam hebende? Oder war es eine schiebende, so daß vielleicht die Gebirge nur Stauungen von Gesteinsmassen an irgend einem Hindernisse sind, das ihnen entgegenstand?

Auf alle diese Fragen können vollständig abschließende Antworten noch nicht gegeben werden, denn die Untersuchungen über das Werden der Gebirge sind noch in der Kindheit.

Was feststeht, ist ungefähr dies:

1) Die Gebirge verdanken ihre Entstehung nur in seltenen Ausnahmsfällen und nur auf kleine Strecken hin der Senkung umgebender Erdregionen.

2) In ihrer Bildung haben Hebung der Erdrinde und Faltung derselben nebeneinander gewirkt.

3) Wir haben keine Beweise für das Vorhandensein einer ruckweis stoßenden Kraft, die im Stande wäre, große Landgebiete zu heben, wie wir sie in den Gebirgsregionen vor uns haben. Wo wir sie auf der Erde wirksam sehen, nämlich in den Vulkanen, da sind ihre Wirkungen nur lokal, und Senkungen gehen häufig in nächster Nähe Hand in Hand mit ihr. Dagegen wissen wir, daß die Erdrinde auf weite Strecken hin in einer hebenden, auf anderen in einer sinkenden Bewegung begriffen ist, und haben in der Geologie gewisser Landstriche Beweise dafür, daß diese allmähliche Hebung, die man als säculäre bezeichnet, im Stande ist, große Kontinentalmassen 1000 Meter und wohl auch mehr zu heben. Es scheint, daß derartige langsame Massenhebungen die Bildung der Fundamente unserer Gebirge hauptsächlich bewirkten.

4) Wir sehen, daß die vulkanischen Kräfte im Stande sind, große Berge durch das Material aufzubauen, welches

Digitized by Google

sie in Form von sog. vulkanischer Asche und Lava ausspeien und um sich anhäufen. Vulkane sind nun in den Gebirgen und in der Nähe von Gebirgen ungemein häufig und es ist Thatsache, daß eine Reihe der höchsten Gebirgsgipfel, die wir kennen, vulkanischen Ursprungs sind (Kaukasus, Anden von Südamerika). Andererseits haben wir mächtige Gebirge, in denen die Wirkungen der vulkanischen Kräfte entweder gar nicht oder nur in geringem Maß vorhanden sind. Wir schließen daraus, daß die vulkanischen Kräfte mit ihrer Hebungskraft und ihren Eruptionen zwar bedeutenden Antheil am Aufbau der Gebirge nehmen können, daß sie aber nicht unentbehrlich sind zu diesem Aufbau.

5) Endlich kann man beweisen, daß die absolute Masse der Gesteine auf einem gegebenen Raume größer ist im Gebirge als im Flachland. Wenn wir die Gesteinsschichten, aus deren Zusammenfaltung ein Gebirge entsteht, gewissermaßen

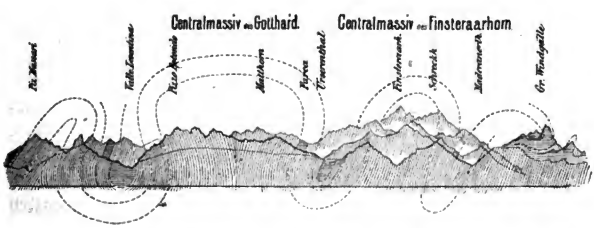

Fig. 6. Idealer Durchschnitt durch einen Theil der Central-Alpen.
Die punktirten Bogenlinien bezeichnen die einstige Ausdehnung der jetzt zerklüfteten und abgetragenen Gesteinsfalten.

auseinandergelegt, flach auseinandergerollt denken, bedecken sie ein größeres Areal, als sie da bedeckten, wo sie das Gebirge zusammensetzten. Mit anderen Worten: das Gebirge ist zum Theil gebildet durch Zusammenschiebung und Zusammenhäufung von Gesteinsschichten.

6) Von einer Anzahl der höchsten Gebirge ist es sicher, daß sie erst in vergleichsweis neuer Zeit, nämlich in der mittleren und späteren Tertiärperiode gehoben wurden. So

Digitized by Google

von den Alpen, Pyrenäen, Sierra Nevada Californiens, wohl selbst vom Himalaya. Mittlere und niedere Gebirge, wie das skandinavische Gebirge, Schwarzwald, Harz, Böhmerwald, sind dagegen von hohem geologischem Alter.

Dieß sind die Thatsachen. Ueber sie hinauszugehen, sie zu einer Erklärung des Wie? und Wann? und Wodurch? der Gebirgserhebung zu verknüpfen, ist nur möglich dadurch, daß wir uns auf irgend eine Hypothese der Erdbildung stützen. Die wahrscheinlichste und allgemeinst angenommene ist die, welche besagt, daß die Erde aus dem Zustand eines glühenden Balles, allmählich erkaltete. Nach dieser Hypothese sind die Gebirge nichts anderes, als die nothwendigen Ungleichheiten, welche sich aus der allmählichen Erkaltung und hieraus folgenden Zusammenziehung der Erdkruste ergeben. Die äußere Erdrinde kann nicht vollkommen regelmäßig diesem Zusammenziehungsprozeß folgen, und es tritt ein, was wir am runzelnden Apfel sehen, d. h. es bilden sich Falten, und diese Falten sind eben die Gebirge. Unerklärt bleibt allerdings dabei, wie die starren Steine die Möglichkeit erlangen, sich zu biegen und zu falten. Hypothetisch nimmt man an, daß starker Druck sie biegsam mache. Die hebende, stoßende und eruptive Kraft des flüssigen Erdinnern, die man früher zur ersten und alleinigen Ursache der Gebirgserhebungen machte, kommt hierbei nur soweit zur Geltung, als in Folge dieser Faltungen stellenweis die Continuität der Erdrinde aufgehoben wird, was zu Spaltenbildungen führt. Auf diesen Spalten würden sich die Vulkane aufbauen, und es erklärt sich so ihr häufiges und großartiges, wiewohl nicht nothwendiges Auftreten in den Gebirgsregionen.

Die wichtigsten Hochgebirge der Erde sind folgende:

Digitized by Google

Erdtheile	Gebirge	Höchster Gipfel	Meter
Europa	Alpen	Montblanc	4811
	Pyrenäen	Pic d'Anéthou	3510
	Sierra Nevada	Cumbre de Mulahacen	3554
	Skandinavisches Gebirge	Ymesfjelds	2604
	Apennin	Gran Sasso	2909
	Karpathen	Gerlsdorfer Spitze (Tatra)	2720
	Balkansystem	Olymp	2972
	Ural	Töllpos	1687
Asien	Kaukasus	Elbrus	5660
	Armenisches Hochland	Ararat	5155
	Libanon	Dor el Chodib	3066
	Elburs	Demavend	5628
	Himalaya	Gaurisankar	8835
	Küen-lün	Dapsang	8619
	Hindukusch	Kunèr oder Kund	5786
	Thianschan	Bogdo Ola	8500 (?)
	Altai	Bjelucha	3352
Afrika	Atlas	Dschebel el Teltsch	3475
	Kong	Sundumale	3300
	Camerun	Camerun-Spitze	4200
	Abessinisches Hochland	Alba Jarat	4580
Amerika	Südamerikanische Cordilleren	Illampu oder Nevado de Sorate	7563
	Sierra Nevada de Sa. Martha	El Picacho	5800
	Nordamerikanische Cordilleren	Pic de Orizaba	5450
		Mount Whitney	4570
	Alleghanies	Black Dome	2044
Australien	Neuseeländische Alpen	Mount Cook	4033

Digitized by Google

Aus der Thatsache, welche wir soeben kennen gelernt und gewürdigt haben, daß die Gebirge die höchsten Erhebungen der festen Theile der Erde, d. h. der über den Meeresspiegel hervorragenden Abschnitte der Erde sind, scheint eine nicht geringe Bedeutung derselben für den Aufbau eben dieser Abschnitte sich zu ergeben. Indem man die Oberflächengestalt eines Erdtheiles wie Amerika betrachtet, in dessen Gliederung das größte zusammenhängende Hochgebirge der Erde eine sehr hervorragende Stellung einnimmt, scheint keine Erwägung näher zu liegen, als die, daß das Gebirge gleichsam der Krystallisationskern gewesen sei, an welchen alle übrigen Stücke dieses Erdtheiles sich angesetzt hätten. Man geht dabei von der einst allgemein gehegten Anschauung aus, daß die Gebirge, weil die höchsten, auch die ältesten Theile der Erde seien. Die Geschichte der Hochgebirge hat uns gelehrt, daß dem nicht so sei und außerdem ist angesichts der Zersetzung und Zerstörung, welcher die heutigen Gebirge viel mehr als die niedrigeren Gegenden ausgesetzt sind (vgl. Abschnitt XIX) der Schluß berechtigt, daß ein Gebirge an Höhe zurückgehen müsse von dem Augenblick an, wo die Kraft zu wirken aufhört, durch welche es gehoben wurde. Von zwei einst gleich hohen und gleich gebauten, fertigen, d. h. nicht mehr in Hebung befindlichen Gebirgen ist daher das ältere das niedrigere. In der That sind fast alle deutschen Mittelgebirge älter als die Alpen, und ebenso sind in Amerika die Alleghanies und das brasilianische Mittelgebirge älter als die Cordilleren. Ja, in Nordamerika ist die kanadische Seenplatte und in Europa das finnische Plateau zu den ältesten Theilen des Erdtheiles zu rechnen. Es ist also von einem Krystallisationskern weder hier noch dort die Rede. Nicht die Hochgebirge sind die ältesten Stücke der Erdtheile, sondern beliebige Felsgebilde, die manchmal nicht einmal den Namen von Gebirgen verdienen. Daß aber trotzdem die Bedeutung der höheren Gebirge für Werden und Gestalt der Erdtheile nicht gering sei, lehrt ein Blick wieder auf Amerika. Die ganze Westseite dieses Erdtheils ist ihrem Umrisse nach der Ausdruck des Verlaufes der Cordilleren. Und daß der von diesen wahrscheinlich einst noch höheren Westgebirgen Amerika's ostwärts geführte Schutt eine sehr wesentliche Rolle spielte in der Zusammenkittung

Digitized by Google

mehrerer einst getrennter Weltinseln zu dem heutigen Erdtheil Amerika, ist zweifellos. Der Mississippi, Missouri, Saskatschewan und Athapaska bezeichnen in Nordamerika eine Rinne, die einst den Osten dieser Erdtheilhälfte vom Westen sonderte und die allem Anschein nach vorwiegend durch Schutt von den Westgebirgen ausgefüllt ward. Haben nicht bei uns im Kleinen eine ähnliche Rolle der Po, die Garonne und der Ebro gespielt, welche die Apennin- und Pyrenäen-Halbinsel dem Rumpfe Europa's anglieberten? In Asien liegt ein womöglich noch klarerer Fall vor in der Ankittung Vorderindiens an das innerasiatische Hochland durch den vom Ganges und Indus gebrachten Himalaya-Schutt.

In der That bedingen die hohen Gebirge nicht nur den Umriß der Erdtheile, wo sie an deren Rand herantreten, sondern sie haben auch, so jung sie sind, bereits erhebliche Aufgaben gelöst in der Verbindung getrennter Landstücke zu Erdtheilen vermittelst des Schuttes, welchen fließende Wasser und Eis von ihren Höhen herabschaffen.

Viel klarer ist indessen ihre Bedeutung für die innere Gliederung der Erdtheile. Sie zerlegen diese in natürliche Abschnitte, welche nicht bloß eigene hydrographische und Klimaverhältnisse, sondern oft genug auch eigenthümliche Entwicklung der Pflanzen- und Thierwelt und der Kulturzustände ihrer menschlichen Bevölkerung aufweisen, kleine Welten für sich darstellen. Man denke an die Abscheidung Südeuropa's von Mitteleuropa durch Alpen, Pyrenäen, Balkan, an die wallartige Umschließung des Kernes von Asien durch die Randgebirge der innerasiatischen Hochebene, an die Zweitheilung ganz Amerika's in eine atlantische (östliche) und pacifische (westliche) Seite durch die Cordilleren. Ins Einzelne gehend, finden wir ähnliche Fälle in großer Zahl; nicht selten sind selbst niedere Gebirge Grenzmarken von bemerkenswerther Schärfe zwischen Völkern oder Stämmen (Vogesen, Thüringer Wald), und die Politiker ebensowohl wie die Geographen sind einig in der Anerkennung der Gebirge oder auch nur Höhenzüge als der best denkbaren politischen Grenzen. Auf der anderen Seite können sie aber auch vereinigend und zusammenhaltend wirken, wo sie ein großes Gebiet wohl umgrenzen, statt dasselbe in viele kleinere zu zerlegen. Den vielleicht bemerkens-

Digitized by Google

wertheſten Fall dieſer Art liefert Nordamerika in ſeiner ſüdlichen Hälfte, welche von dem Gebiet der Vereinigten Staaten eingenommen iſt, denn hier ſchließen einerſeits das Felſengebirge, andererſeits die Alleghanies das vom Miſſiſſippi und ſeinen Zuflüſſen bewäſſerte Flachland ganz wie ein einziges großes Thal ein und erzeugen auf dieſe Weiſe ein natürlich umgrenztes Gebiet, welches den wünſchenswertheſten Kern eines ſo großen Staatsweſens bildet. Sollte ſich dieſe in der Geſchichte einzig daſtehende Republik länger erhalten als kleinere Reiche es gethan haben, ſo wird man das Verdienſt daran zu

Fig. 7. Profil von Nordamerika.
Von Weſt nach Oſt etwa unter 35° n. B. gedacht.

einem guten, wenn auch nie berechenbaren Theil der günſtigen Gebirgsgliederung zuſchreiben können.

Auf andere wichtige Folgen der Oberflächengliederung der Erde werden wir im Verfolg unſerer Betrachtungen in jedem einzelnen Abſchnitt zurückzukommen haben. In einer großen Anzahl von geographiſchen Erſcheinungen werden wir ſie wirkſam finden. Vorzüglich ihre Beeinfluſſung des Laufes der Gewäſſer und der Seenbildung, der klimatiſchen Verhältniſſe, der Pflanzen- und Thierverbreitung und endlich, in den verſchiedenſten Richtungen, des Lebens der Menſchen wird uns zu beſchäftigen haben.

Digitized by Google

XIV.

Die Küsten.

Flach- und Steilküsten. Buchten und Meerbusen. Naturhäfen. Föhrden oder Fjorde. Die Küstengliederung und ihre Bedeutung für die Völker. Zerstörung der Küsten durch die Brandung und die Fluten. Neubildung von Küsten durch Anschwemmungen. Nehrungen. Lagunen. Dünen.

Diejenigen Theile der Länder und Inseln, welche mit dem Meere sich berühren, heißen Küsten. Man nennt indessen mit diesem Namen auch Landstriche, welche an größere Seen grenzen und spricht z. B. von der Küste des Kaspi-Sees. In verschiedenen Beziehungen sind diese Striche von großer Bedeutung. Indem sie die Grenzen bezeichnen zwischen den beiden großen Elementen der Erdoberfläche, dem Lande und dem Meer, umfassen sie zugleich die Region, wo das Auf- und Gegeneinanderwirken beider stattfindet. Sie sind der Schauplatz großer Zerstörungen und Neubildungen und damit einiger sehr merkwürdigen Umriß- und Bodenformen. Schon bei der Betrachtung der vulkanischen Erscheinungen haben wir einige von den Reaktionen des Erdinnern nach außen sich am kräftigsten in den Küstengegenden äußern sehen. Aber die Küsten spielen auch eine gewisse Rolle in der Geschichte der Völker. Küstengrenzen sind die besten Grenzen, die es gibt, es sind im wahrsten Sinn des Wortes Naturgrenzen, denn nur an die Natur unmittelbar grenzen hier die Völker. Küstenvölker sind Schiffahrts- und Handelsvölker, sie kolonisiren und wirken überhaupt in weitere Fernen als die Binnenvölker. Küstenbewohner sind kräftige und thätige, durch die Berührung mit dem gewaltigen, nie ruhenden Elemente gestählte und geschulte Menschen. Wenn von zwei gleich großen und gleich gearteten Völkern (oder Staaten) das eine eine größere Küstenentwicklung besitzt als das andere, so kann man fast mit Sicherheit sagen, daß es auch das mächtigere, reichere, kulturfördernde sein wird.

Digitized by Google

Wenn man eine Karte betrachtet, auf welcher Länder dargestellt sind, die an Meere grenzen, so bemerkt man sogleich, daß die Küsten sehr verschiedenartige Gestalt haben. Da das Meer überall wesentlich dasselbe, so kommt dieß vorwiegend von der Bodenbeschaffenheit des Landes. Diese bedingt es hauptsächlich, daß das Meer bald mehr, bald weniger tief in die Küsten einschneidet und daß es manchmal auf weite Strecken gar keine Einschnitte bildet, während wieder andere Küsten durch dicht auf einander folgende Einbuchtungen gewissermaßen zerfressen erscheinen. Den Einbuchtungen und Vorsprüngen, welche durch die Unregelmäßigkeit des Aneinandergrenzens von Meer und Land entstehen, gibt man verschiedene unterscheidende Namen. Eine flache Einbuchtung von bedeutender Größe nennt man einen Meerbusen (Bengalischer Meerbusen), eine schmälere, doch noch immer geräumige Einbuchtung nennt man Golf (Golf von Californien, Persischer Golf), eine ebensolche von geringerer Größe eine Bucht (Kieler Bucht); doch werden diese Namen nicht streng gesondert gehalten. Die Buchten und Golfe, welche durch einen nicht allzu breiten Eingang mit dem offenen Meere zusammenhängen, so daß Winde und Wellenschlag desselben dieß innere Wasser der Bucht oder des Golfes nicht sehr stark aufzuregen vermögen, sind natürliche Häfen, in welchen die Schiffe sicher vor Wind und Wellen vor Anker liegen können. Solche Einbuchtungen sind in der Kulturgeographie von der größten Wichtigkeit, denn sie sind am häufigsten die Stätten, an welchen große, blühende Handelsstädte gegründet werden und emporblühen und wenn wir gewisse Orte wie Constantinopel, Trapezunt, Smyrna, Athen, Messina, Palermo, Cadix, Marseille seit den ältesten Zeiten trotz schwerster historischen Schicksale sich fast ununterbrochen in der ersten Reihe der großen europäischen Seestädte und Handelsplätze behaupten sehen, so sind es eben derartige, von der Natur selbst gebildete Häfen, welche sie zu Sammelpunkten der Schiffe und der Kaufmannswaaren gemacht haben. Es ist bemerkenswerth, daß die steilen Küsten immer reicher sind an derartigen Naturhäfen als die flachen und zwar vorzüglich deßhalb, weil an steilen Küsten selbst größeren Schiffen die Annäherung an das Land möglich gemacht wird, wäh-

Digitized by Google

rend bei den Flachküsten wegen des nur sehr allmählichen Tieferwerdens des Meeres die Annäherung viel schwerer ist. Für uns Deutsche hat dieser Unterschied eine gewisse Aktualität, denn wir haben, weil wir fast nur flache Küsten besitzen, außer Kiel keinen einzigen, eigentlichen großen Naturhafen, der auch für größere Schiffe zugänglich ist. Unsere Häfen liegen fast ohne Ausnahme in den Buchten, welche an den Mündungen größerer Flüsse entstehen (Hamburg, Bremen, Stettin, Danzig u. s. f.). Ebenso ist auch die vorwiegend flache Nord- und Westküste Frankreichs hafenarm, während steilküstige Länder wie Norwegen, Schottland, das südliche England eine Fülle der vortrefflichsten Naturhäfen aufweisen.

Wo das Land weit in das Meer vorspringt, spricht man von Landzungen und einzelne Spitzen oder Vorsprünge, mit denen das Land in das Meer hineinragt, bezeichnet man als Vorgebirge (französisch Cap, englisch Cape). Unter Landenge versteht man eine Verschmälerung des Landes zwischen zwei Meeren. Solche Landengen sind ebenfalls im Völkerverkehr wichtige Punkte, da an ihnen Meere, welche sonst durch breite Landerstreckungen von einander getrennt sind, so nahe zusammentreten, daß der Verkehr von einem zum anderen in besonders hohem Grade erleichtert ist. Ich erinnere an die Landenge von Korinth, an die von Suez, durch welche heute ein Kanal, der trotz seiner Kürze zu den wichtigsten Verkehrsstraßen der Erde gehört, das Mittelmeer mit dem Rothen Meere verbindet, endlich an die von Panama und Nicaragua in Mittelamerika, von denen es scheint, als ob sie in einer nicht fernen Zukunft eine ähnliche Rolle spielen sollten.

Eine ganz besondere Form von Meeresbuchten sind die Föhrden, welche wir wohl auch mit einem norwegisch-dänischen Wort Fjorde, und welche die Engländer Firth nennen. Diese Buchten sind lang und schmal; sie können mehr als 20 Meilen lang und doch in dieser ganzen Länge nirgends mehr als 2 Meilen breit sein. Man findet sie nur an steilen Küsten und immer fallen ihre Wände mehr oder weniger steil zum Meere ab. Man hat sie mit Recht Thäler genannt, deren Boden vom Meere bedeckt ist statt mit Wiesen und Aeckern. Oft gabeln sie sich in ihrem oberen Theil, ganz wie es

Digitized by Google

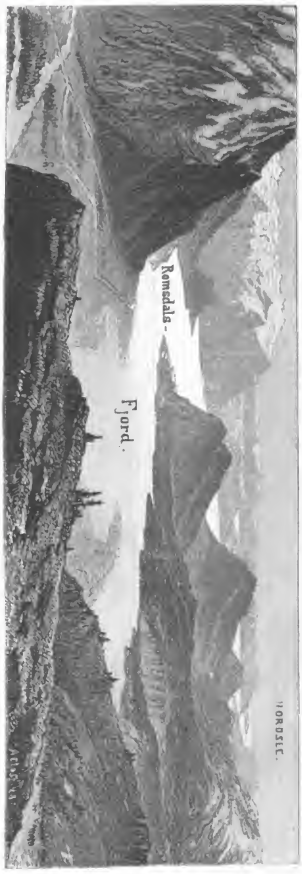

Fig. 8. Romsdals-Fjord in Norwegen mit der Mündung des Raumo-Flusses (nach Studer).

Digitized by Google

Thäler thun. Ihre Tiefe ist gewöhnlich bedeutend, oft größer als die der umgebenden Theile des offenen Meeres. Ferner ist es für sie charakteristisch, daß sie nie einzeln, sondern in

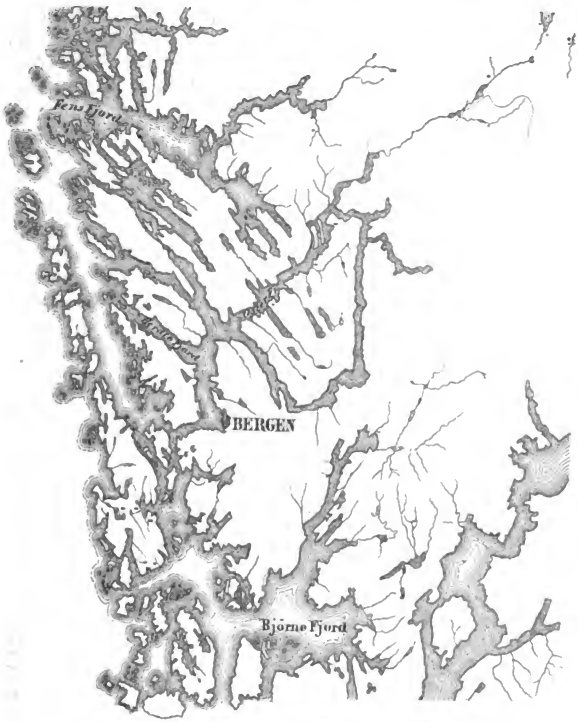

Fig. 9. Kärtchen der Fjordregion von Bergen.

größeren Gruppen zusammen auftreten. Aber am bezeichnendsten ist die Thatsache, daß sie nur in der kalten gemäßigten und der kalten Zone vorkommen. Man findet sie sowohl auf der

Digitized by Google

nördlichen als auf der südlichen Hemisphäre, aber sie gehen weder hier noch dort über den 42. Breitegrad hinaus. Zwischen diesem Grad und dem Nord- bezw. Südpol fehlen an steilen Küsten diese merkwürdigen Gebilde nirgends und sind auch überall von zahllosen Inseln begleitet. Ich nenne in Europa die schottische und irische Westküste, die norwegischen und isländischen Küsten, in Nordamerika die Küsten von Maine, Neufundland, Labrador und Grönland an der Ost-, die von Britisch-Columbia und Alaska an der Westseite, in Südamerika die Westküste von Patagonien, in Australien die Südküste von Neuseeland. Alle diese Gegenden haben das Gemeinsame, daß sie ein sehr feuchtes und gleichzeitig erheblich kaltes Klima besitzen und daß aus dem Zusammenwirken der großen Feuchtigkeit und beträchtlichen Kälte die günstigen Bedingungen zur Entwicklung von Gletschern hervorgehen. Es ist denn in der That kaum zweifelhaft, daß das langsam sich bewegende Eis alter oder neuer Gletscher in langen Zeiträumen diese tiefen, steilen und zahlreichen Einbuchtungen in die Küsten geschnitten hat. —.

Man begegnet in geographischen Werken häufig dem Worte Gliederung, welches auf diese verschiedenen Formen Anwendung findet, die aus der Berührung des Landes und Wassers hervorgehen und es wird ihm eine große Wichtigkeit beigelegt. Warum und in welchen Beziehungen ist dieser Begriff der Gliederung so wichtig? Er ist wichtig, weil er einen kurzen Ausdruck bietet für die Zugänglichkeit eines Landes und es ist besonders in der Kultur- und Verkehrsgeographie, daß diese Wichtigkeit zur Geltung kommt. Es ist einer der ersten Schlüsse, die man aus der allgemeinen Betrachtung der Weltgeschichte ziehen kann, daß die Nähe des Meeres und der Verkehr auf dem Meere außerordentlich bedeutsame Faktoren in der Entwicklung der Kultur der Menschen bilden. Wenn ein Volk aus seiner binnenländischen Abgeschlossenheit heraus- und ans Meer tritt, gewinnt es viel größere Möglichkeiten, sich durch bildenden Verkehr mit andern Völkern zu heben, sich zu bereichern, materiell und geistig, sich auszubreiten, endlich auch sich zu behaupten im Ringen um die Existenz, welches das Loos aufstrebender Völker ist. Die Beispiele, welche das bestätigen, liegen auf der Hand. Die alten Griechen wären nie das

Digitized by Google

durch Handel und Verkehr, durch geistige und materielle Cultur und durch ihre politische Regsamkeit so hervorragende Volk geworden ohne jene glückliche Lage in dem insel- und halbinselreichen Gebiete Griechenlands und der kleinasiatischen Inseln, welche sie früh in den innigsten Verkehr mit den verschiedensten Völkern brachte, sie zur Schifffahrt, zur Befreundung mit dem Meere geradezu anleitete und damit ihnen eine Bedeutung zu geben vermochte, welche weit über das hinausging, was man nach der wirklichen Ausdehnung ihrer Wohnplätze und nach ihrer Volkszahl hätte vermuthen dürfen. Wir sehen ja auch heute in dem nach Größe des Landes und Zahl der Bevölkerung nicht unter die ersten Mächte Europas zu zählenden Großbritannien nicht blos eine europäische, sondern eine Weltmacht ersten Ranges. Aber die Küsten dieses Volkes sind weit ausgedehnt, zur Seefahrt einladend, ja zu derselben zwingend, und auf der Seeschifffahrt und dem daraus folgenden Weltverkehr baute sich die Größe dieses Inselreiches auf. Mit Recht hat man den Mangel der Meeresküste einen der Nägel am Sarge der Unabhängigkeit Polens genannt und in richtiger Erkenntniß der Nothwendigkeit des Meeres für ein Volk, das in der Welt ein Wort mitsprechen will, haben die Ungarn den Besitz eines Seehafens am adriatischen Meere zu einem der ersten Ziele gemacht, das sie als auf Unabhängigkeit und Weltgeltung bedachtes Volk sich vorsetzten. Am Meere findet ein Volk immer die beste Naturgrenze, hier kann es schwer angegriffen werden, von hier aus können die Fäden, die sein Leben mit dem anderer Völker verknüpfen, am schwersten abgeschnitten oder unterbunden werden. Ein Volk ist nicht todt, so lange es Zugang zum Meere hat. Eine Meeresgrenze gehört in Wirklichkeit zu den Lebenselementen der Nationen und es ist geradezu ein geschichtliches Gesetz, daß alle Völker, die nach geschichtlicher Größe und Dauer streben, ans Meer zu kommen suchen.

Es begreift sich also, daß es für irgend einen Bruchtheil der Menschheit immer von der größten Wichtigkeit sein muß, ob derselbe seine Wohnsitze in einem Erdtheil hat, wo es nicht allzu schwer möglich ist, ans Meer zu gelangen. Die Unterschiede sind darin sehr beträchtlich. Während Europa

Digitized by Google

in seinen südlichen, westlichen und nördlichen Theilen eigentlich nur ein Conglomerat von Halbinseln und Inseln, stellen Afrika und Südamerika Continente dar, welche gar keine Halbinseln und sehr wenig Inseln haben und wo es in Folge dessen für irgend ein Volk, welches nicht an der Küste wohnt, sehr schwer ist, ans Meer zu gelangen. Nicht umsonst ist Europa sammt den Mittelmeerländern der Mittelpunkt der menschlichen Cultur seit drei Jahrtausenden, während Afrika mit Ausnahme des schon ganz auf der Grenze nach Asien zu liegenden Aegypten nie etwas entwickelt hat, was auch nur im genügsamsten Sinne den Namen einer Cultur zu verdienen scheint. Dort hat jede Halbinsel und jede Inselgruppe einem Volke freien und genügend gesonderten Raum zur Entwickelung höherer Bestrebungen geboten, während in diesem weiten Raum des plumpen schwarzen Continentes keinem Volke als nur dem einzigen ägyptischen Raum gegeben war zur Entfaltung seiner Culturaufgaben. Man kann solche Thatsachen, die in den verschiedensten Gegenden der Erde sich wiederholen, nicht betrachten, ohne jenem Grundsatz der Culturgeographie zuzustimmen, daß die Küstenlänge irgend eines Landes oder Erdtheiles von wesentlichem Einfluß auf die Culturentwickelung der Völker sei, welche in demselben wohnen. Je näher und in je mannigfaltigeren Gestalten das Meer an ein Volk herantritt und je mehr Gelegenheit dem letzteren dadurch geboten ist, sich mit dem Meere zu berühren, um so größer sind die Culturmöglichkeiten eines Volkes. Darf man z. B. nicht die Frage aufwerfen, die vielleicht am besten den Sinn dieses sehr bemerkenswerthen Satzes illustrirt: Würde nicht die Entwickelung der südlichen Hälfte von Deutschland eine viel reichere, und damit unsere Geschichte eine viel großartigere, unsere Bedeutung für die Welt eine sehr viel weiter und tiefer gehende gewesen sein, wenn das Adriatische Meer, statt durch die ganze Breite der Alpen von uns getrennt zu sein, bis hier in das Herz Süddeutschlands reichte? Diese einzige Verlängerung eines schmalen Meeres, wie des adriatischen, würde die Geschichte Europas und durch weitreichende Einflüsse sogar die Afrikas und Kleinasiens vollkommen anders gestaltet haben, als sie geworden ist. Man begreift also, daß die Geographie einen hohen Werth legt auf die Betrachtung der

Digitized by Google

Küstenlänge und Küstenentwickelung, denn ohne Zweifel haben wir in ihnen culturgeographische Faktoren ersten Ranges vor uns.

Der Begriff Küstenlänge ist selbstverständlich — er bezeichnet die Länge der Küsten eines Landes oder was dasselbe ist, die Länge der Linie, mit der ein Land an das Meer grenzt. Durch den Vergleich der Küstenlänge mit dem Raum, den ein Land einnimmt, erhält man eine Größe, die man als „Küstenentwickelung" bezeichnet. So verhält sich z. B. bei Europa der Flächenraum zur Küstenlänge wie 37 : 1, d. h. es kommen 37 □Meilen auf 1 Längenmeile der Küste, bei Australien aber ist es wie 47,5 : 1, bei Norwegen wie 17 : 1, beim Peloponnes gar 2,6 : 1. Dieses Verhältniß wird natürlich um so kleiner, je geringer die Größe des betreffenden Landes oder Erdtheiles, denn es hat, wie man sich leicht überzeugt, ein meerumgebenes Stück Land von 1 □Meile 4, eines von 4 □Meilen aber nur 8, und eines von 64 □Meilen gar nur 32 Meilen Küstenlänge. Die Küstenlänge ist also unter gleichen Verhältnissen verhältnißmäßig größer bei kleineren als bei größeren Ländern. Dazu kommt aber selbstverständlich dann noch die eigentliche Gliederung durch Meereseinschnitte. So kommt es, daß wenn wir die Küstenlänge Europas = 1 setzen, die Zahl für Nordamerika 0,66, für Australien 0,51, für Südamerika 0,38, für Asien 0,35, für Afrika 0,22 beträgt. Wo es sich um die Vergleichung so großer Objekte wie der Erdtheile handelt, kann indessen eine leichtere und übersichtlichere Methode genügen, welche die großen Glieder eines Erdtheiles, d. h. seine Halbinseln und Inseln mit der gestaltlosen, ungegliederten Kernmasse oder dem Rumpfe oder Stamme vergleicht. Hier ist die Größe natürlich nicht von Einfluß. Es verhalten sich die Glieder zum Rumpf in Europa wie 1 : 2, in Asien wie 1 : 3, in Amerika wie 1 : 8, in Australien wie 1 : 36, in Afrika wie 1 : 47.

Wir haben gesagt, daß an den Küsten ein beständiger Kampf von Vor- und Zurückdrängen zwischen Meer und Land stattfindet. Auch außerhalb jener theils allmählichen, theils mit Plötzlichkeit sich vollziehenden Hebungen und Senkungen der Küsten, die wir im X. Abschnitt kennen gelernt, finden große Verschiebungen in dem Verhältniß des Festen und des

Digitized by Google

Flüssigen auf der Erde statt, und an den Küsten ist es, daß sie sich am deutlichsten zu erkennen geben. Die Meereswellen nagen mit ihrer Brandung beständig an den Küsten und ohne Aufhören reißen sie Stücke derselben mit sich fort. Daß wir an den steilen Küsten, wie sie z. B. das südliche England mit seinen Kreidefelsen in Form von mächtigen weißen Klippen und Felswänden dem Meere entgegenstellt, unabänderlich sehr breite Trümmersäume finden, in welchen die Blöcke, welche von den steilen Felsmassen abgelöst sind, haushoch übereinander gethürmt vorkommen, beweist, welche mächtige zerstörende Faktoren hier an der Arbeit sind. Berechnen doch in der That die Landleute von Kent, dieser südöstlichen Grafschaft Englands, den Verlust, den das Land jährlich durch die Abspülung in Folge des Wellenschlages erleidet, auf nicht weniger als 1 Meter. In 1000 Jahren frißt hier also das Meer 1 Kilometer weit sich in das Innere des Landes ein. An den klippigen Küsten von Suffolk und Norfolk wird 1 Yard (1,7 Meter) als die mittlere Größe des jährlichen Landverlustes an die See angegeben. Die Falaise von Grisnez verliert im Jahrhundert 25 Meter. Bei Thiessow hat die Insel Rügen von 1728—1819 um 38 Meter abgenommen und bei Arkona wird der jährliche Küstenverlust auf 15—30 Centimeter veranschlagt. Und das in der ruhigen Ostsee! An Punkten, die für diese zerstörenden Wirkungen besonders günstig gelegen sind, greifen dieselben noch tiefer ein. Die Goodwin Sands am östlichen Rande der Grafschaft Kent, Sandbänke, auf denen heute alljährlich Schiffe stranden, sind ein vom Meere überspültes Stück Land, das noch zur Zeit der sächsischen Einwanderung, also vor etwa 1200 Jahren, eine eigene Grafschaft für sich bildete. Es ist kein Wunder, wenn bei so energisch eingreifender Zerstörungsthätigkeit des Meeres die Straße von Dover, der sog. Aermel-Canal oder Canal la Manche immer breiter wird, so daß man sogar die Berechnung anstellen konnte, die übrigens natürlich nur einen versinnlichenden Werth haben kann, daß 60,000 Jahre genügt hätten, um die britischen Inseln vom Festland abzutrennen, mit andern Worten, um diesen Canal durchzureißen. Allerdings unterliegt es keinem Zweifel, daß England einst mit dem europäischen Continent zusammenhing. Ob aber bloß die Kraft

Digitized by Google

der Meereswellen, oder ob vielleicht mit ihnen noch andere Faktoren diese Trennung bewirkt haben, das läßt sich nicht beweisen. Sicher ist soviel, daß die Meereswellen unabläßig an der Erweiterung der Meeresstraße arbeiten, welche Großbritannien vom europäischen Festlande trennt.

Doch arbeitet daran freilich nicht das Wasser der Meereswellen allein, sondern die Steine, die Felsblöcke, der Sand, die sie wie Wurfgeschosse gegen die Felswände schleudern, sind starke Waffen desselben. Der Wellendruck ist ein gewaltiger. Nach Stevenson betrug er bei Skerryvore durchschnittlich 2086 engl. Pfund per □Fuß (engl.) in den Winter-, 611 in den Sommermonaten und bei einem Sturm 6083 Pfund. Bei einem einzigen Sturme wurde dort ein Felsblock von 42 Tonnen 5 Fuß weit gerückt. Oft erleichtern die den Felsen anhängenden Algen und andere Pflanzen noch diese Wellenarbeit, indem sie wie Handhaben oder Taue von den Wellen ergriffen werden.

Noch großartiger äußert sich die nagende und mitfortreißende Thätigkeit des Meeres an den flachen Küsten, wie wir sie z. B. in den Niederlanden und in jenen Theilen Deutschlands besitzen, welche von der Nordsee bespült sind. Bekannt ist, wie nur mit der größten Mühe und Sorgfalt die Niederländer und unsere wetterharten Theerjacken an den Küsten von Ostfriesland, Hannover, Oldenburg, Schleswig-Holstein ihr Land vor den Einbrüchen des Meeres zu schützen vermögen. Jene tiefen Einbuchtungen, die man an der Nordseeküste dieser Gegenden findet (Zuydersee, Dollart, Jahdebusen), sind großentheils erst in historischer Zeit vom Meere eingerissen worden. Z. B. die Zuydersee, diese tief und breit einschneidende Meeresbucht der Niederlande ist erst im 13. Jahrhundert durch einen Einbruch des Meeres entstanden. Der Dollart war zur Zeit der Römer noch nicht, er entstand durch Meereseinbrüche vom 13. bis 16. Jahrhundert, welche die Stadt Torum und 50 Märkte, Dörfer und Klöster und mit ihnen eine der reichsten Gegenden von Ostfriesland zerstörten und eine Bucht von 6 □Meilen bildeten. Ebenfalls im 13. Jahrhundert ist der 3½ □Meilen große Jahdebusen in derselben Weise gebildet. Das sog. Nordfriesland, ein Strich von 60—80 □Meilen, wurde allmählich in die kleinen Inseln aufgelöst und die übrig gebliebene Insel Nordstrand wurde

Digitized by Google

1634 zerrissen, wobei über 6000 Menschen umkamen. Die drei Eilande Pelworm, Lütjemoor und Nordstrand sind die Reste. Die ganze Inselkette von Texel bis Wangeroge ist gewissermaßen nur das stehen gebliebene Außengemäuer eines verschwundenen Stückes Festland. Helgoland ist seit dem Gedenken der Menschen um das Vierfache verkleinert worden und man sieht den Zertrümmerungsproceß Schritt für Schritt sich vollziehen. Erst seit 1770 ist die größere Insel Helgoland in die zwei kleinen Theile, eine Klippe und eine Düne, zer-

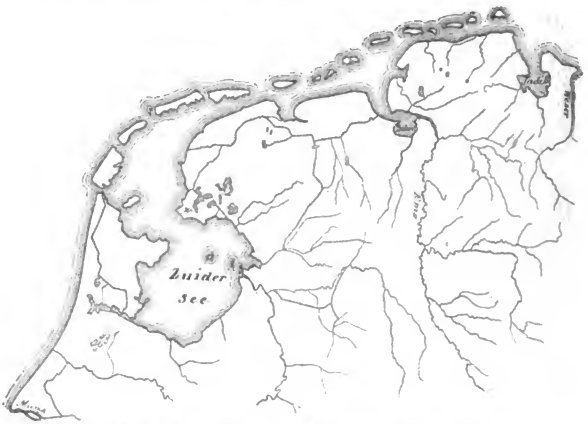

Fig. 10. Inselkette zwischen Rhein- und Wesermündung.

rissen worden, aus denen sie heute besteht. Die Landenge von Usedom bei Damerow wurde 1791—92 zwei Kilometer breit durchbrochen, schloß sich dann wieder, um 1872 neuerdings eingerissen zu werden. Im letzteren Jahr machte auch ein Durchbruch die Nordspitze zur Insel.

Angesichts solcher Thatsachen gewinnt es den Anschein, als ob das Festland an denjenigen Punkten, wo es an das Meer grenzt, hineingezogen werde in dessen ruhelose Beweglichkeit, gewissermaßen die Festigkeit und Stetigkeit verliere, welche sein Charakter in jenen mächtigen Gebirgs- und Hoch-

Digitized by Google

länderregionen und in den weiten Ebenen zu sein scheint, welche das Innere der Festländer ausfüllen. In der That ist beständige Veränderung das Zeichen der Meeresküsten, und wer je den einfachen, aber nie aufhörenden Gesang des Meeres, sei es das Toben der Brandung oder das einförmige Brausen des Wellenschlages an einer Küste vernommen, wird nie mehr den Gedanken abweisen können, daß hier ein Lebendiges, nie Ruhendes, immerfort Thätiges an das Todte, Träge, Feste des Landes herantritt und es mit großer Gewalt und noch größerer Ausdauer in den Kreis seiner Unruhe und Veränderlichkeit hineinzieht.

Im Einzelnen bewirkt dieses Nagen des Meeres an den Küsten oft seltsame Formen. Wer die Mittelmeerküsten Südfrankreichs oder des südlichen Italiens gesehen hat, dem müssen jene eigenthümlichen Felsportale bekannt sein, durch welche an den dortigen steilen Küsten das Meer mit seiner Brandung braust, der kennt vielleicht auch jene eigenthümliche Erscheinung der Luftgänge, die aus dem Meere herauf durch die Felsen an die Oberfläche heraufmünden, und aus deren Mündung bei jedem Anprall der Wellen ein scharfer Luftzug oft unter höllischem Pfeifen hervorbricht. Auch Höhlen sind in großer Zahl in diesen Küsten, wie in allen Steilküsten, ausgewaschen. Beispiel: Die blaue Grotte von Capri.

Die Beweglichkeit, in welche das feste Land an seinen Rändern durch das Meer versetzt wird, äußert sich indessen nicht nur in dieser gegen das Land negativen, zerstörenden Weise. *Das Meer, wenn es einreißt, baut auch wieder auf.* Aber es hat allerdings den Anschein, als ob die aufbauende Thätigkeit geringer sei als die zerstörende, und als ob diese mit der Zeit überall den Sieg davontragen müsse über jene. Man kann im Allgemeinen sagen, daß an den steilen Küsten die Zerstörung überwiegt, an den flachen die Neubildung oder der Aufbau, doch gibt es auch Flachküsten, welche der Zerstörung geweiht sind, wenn ihre Lage sie dem Windanprall und dem Wellenschlag besonders aussetzt oder wenn vielleicht eine säculäre Senkung sie allmählich in die Tiefe versenkt und dadurch den Wellen die Pforten öffnet, durch welche sie mit ihrer Zerstörungswuth über das ungeschützte, immer tiefer sinkende Land herstürzen können.

Digitized by Google

An flachen Küsten, die nicht gerade unter solchen abnorm ungünstigen Verhältnissen zu leiden haben, findet man, daß die Wellen, wenn sie heraufstürzen nach dem Strande, um sogleich wieder zurückzuweichen, immer irgend etwas am Strande liegen lassen. Muscheln, Thierschalen jeder Art, Kiesel, Sand, Seegras, Algen, Korallenzweigchen häufen sie auf diese Art in langen Streifen an denjenigen Punkten der Küste an, welche nur wenig zurückliegen von dem Rande des Meeres und welche also von den höher gehenden Wellen noch erreicht werden können. Dergestalt sammeln sich mit der Zeit ganze Bänke von solchen Dingen, die das Meer ausgeworfen hat, und wo nun eine Küste sich hebt, werden dieselben mit der Zeit ganz der Wirkung der Wellen entzogen, welche nur bei besonders heftigen Stürmen hoch genug anschwellen können, um diese Muschel- und Algenbänke wieder wegzuschwemmen. An der patagonischen Küste hat Darwin bis zu acht derartige Bänke stufenweise übereinanderliegend gefunden: Zeugniß von ebensoviel Hebungen, die, unterbrochen von Stillständen, an dieser Küste stattgefunden haben müssen.

Das Meer bildet da, wo es nicht allzu heftigen Bewegungen unterliegt, an Flachküsten auch ähnliche Absätze unter seinem eigenen Spiegel in der Nähe des Meeresrandes. Es gibt hier eine Linie, wo die zurückfließenden Wellen mit den vordringenden, die vom Strande kommenden mit den zum Strande gehenden zusammentreffen und beide sind, wenn auch in geringem Grade, beladen mit dem, was die Meereswellen zu transportiren pflegen: Sand, Schlamm, Algen, Muschel- und Schneckenschalen u. dergl. Indem sie aufeinandertreffen, heben sie gegenseitig ihre Schnelligkeit auf und lassen zu Boden fallen, was sie schwimmend mit sich führten. Ueberall, wo in dieser Weise zwei entgegengesetzte Bewegungen aufeinandertreffen, bilden sich Absätze, die mit der Zeit anwachsen und endlich zur Entstehung von Dämmen führen können, hinter welchen dann mit der Zeit ruhigeres Wasser sich ansammelt. Solche Dämme bilden sich am leichtesten und raschesten da, wo Flüsse in das Meer münden, die eine große Masse von Sand oder Schlamm mit sich führen, wie ja das die meisten aus dem Innern der Continente kommenden Flüsse thun. Die fließenden Wasser dieser Flüsse

Digitized by Google

Fig. 11. Lagunen und Lidi von Venedig.

Digitized by Google

treffen auf die Meereswellen, welche ihnen entgegenkommen, und an dem Punkte, wo sie aufeinandertreffen, läßt das Flußwasser, das seine Bewegung gehemmt sieht, den Schlamm und Sand fallen und hier bilden sich in Folge dessen Bänke, welche sich mehr und mehr erhöhen, bis sie endlich sogar über den Meeresspiegel herausragen und wie Dämme einen ruhigeren, fast abgeschnittenen Theil des Meeres von der lebhafter bewegten hohen See abscheiden. Gewöhnlich ziehen solche natürliche Dämme parallel mit der Küste und das ruhige Wasser, das hinter ihnen, zwischen Damm und Küste liegt, nennt man bei uns in Deutschland Haff, Laguna im Italienischen und Spanischen, im Französischen Étang. Den Damm, der dies ruhige Wasser vom Meere trennt, nennt man an der Ostseeküste Nehrung. Alles was vom Lande herab durch Ströme, Flüsse und Bäche in diese ganz oder wenigstens zum Theil abgeschlossenen Wasserbecken der Lagunen oder Haffe gebracht wird, sammelt sich da an, und mit der Zeit werden sie sich auffüllen, das Wasser wird ganz zurückgedrängt werden und es wird festes Land an die Stelle des Meeres treten. Die Lagunen von Venedig sind theilweise aufgefüllte, die Ostseehaffe erst im Auffüllungsproceß begriffene Gebilde dieser Art. Oft auch schließen diese Gebilde eine Bucht ganz oder theilweise zu. Wie die der Brandung am meisten exponirten vorspringenden Uferpartien die stärkste Einbuße erleiden, so erfolgen in den zurücktretenden Buchten zwischen ihnen die stärksten Ablagerungen. Auf die älteren Vorsprünge gestützt, schieben sich von beiden Seiten flache Schaare, die je nach der Richtung des Windes bald hüben bald drüben stärker wachsen, in die Bucht vor, bis sie sich zu jenen leicht geschwungenen Bogen vereinigen, für welche die Ostseite Rügens in der schmalen Haide und Schahe so charakteristische Formen besitzt. So lange werden die Vorsprünge von der Welle benagt und die Buchten ausgefüllt, bis sich die ursprünglich vielfach gebrochene und durchbrochene Küstenlinie in eine nur sanft geschwungene verwandelt und mit Goethe zu sprechen, „das Ufer dem Meere versöhnt ist".

Die beständige Bewegung der Wellen an der Küste zerreibt eine große Menge festes Gestein zu Sand und Staub, und eine weitere große Menge derartigen Stoffes wird durch

Digitized by Google

die Ströme und Flüsse aus dem Innern der Länder nach dem Meere herabgebracht. Die Wellen und die starken Winde, welche am Meeresstrande ihr Spiel treiben, bemächtigen sich dieser angesammelten Sandmassen und werfen dieselben hinter dem Strande zu hohen Dämmen oder Wällen auf, die man als Dünen bezeichnet. Die Beweglichkeit, die vom Meere allem mitgetheilt wird, das in seiner Nähe sich befindet, ist diesen Dünen im allerhöchsten Grade eigen; sie wandern geradezu, wechseln ihre Plätze wie etwas Belebtes, wachsen und nehmen ab. Das Material der Dünen ist Sand und Staub. Die Wellen haben es gebildet und Wellen und Wind weisen ihm seine Plätze an. Je nachdem der Wind aus dieser oder jener Himmelsgegend weht, ziehen die Dünen von Stellen, die sie einmal eingenommen, zu anderen, und wer je durch die Hügelreihen einer solchen Sandlandschaft wanderte, wo allem, was man sieht, der Stempel der Veränderlichkeit, des Unstäten und höchst Beweglichen aufgeprägt ist, dem wird der Eindruck nicht fremd geblieben sein, als ob hier ein Meer von Sand das Meer des Wassers gewissermaßen fortsetze in das Land hinein, als ob diese wandelbaren, unfesten Dünensäume der Küste ein Uebergangsglied seien von dem ewig bewegten Meer zu dem festeren Land.

Diese Sandhügel der Dünen bilden weiterstreckte Höhenzüge, welche den Küsten entlang ziehen und deren Abfall gewöhnlich gegen das Meer zu steiler als auf der Seite, welche dem Binnenlande zugewandt ist. Hier auf der Vorderseite prallt der Wind an mit voller Kraft, aber wenn er den Kamm überschritten, ist seine Kraft gebrochen und er läßt hier langsam den Sand fallen, den er mitgeführt. Hier werden die Dünen mit der Zeit höher. So schreiten oft diese unfesten Sandhügel, wenn der vom Meere kommende Wind vorwaltet, weit ins Land hinein und ganze Landschaften sind noch in historischer Zeit von ihnen verschüttet, verwüstet worden. In den Landes, jenem südwestlichen Departement Frankreichs zwischen Adour und Gironde, rücken die Dünen seit Jahrhunderten beständig und unwiderstehlich ins Innere vor. Sie haben Weiler und Dörfer verschüttet, so daß aus weiten, einst bewohnten Strecken jetzt nur noch zerstreute höhere Punkte wie grüne Inseln aus einem gelben oder

Digitized by Google

braunen Meere hervorragen. Das Städtchen Mimizan ist daselbst noch im Gedenken der Leute halb verschüttet worden. Aehnliches ist in anderen Küstengegenden geschehen. So z. B. in unseren Ostseeküsten, wo in Ostpreußen ganze Kieferwälder (z. B. im Schmolsiner Forst 8000 Morgen Strandforst in 50 Jahren) so mit Sand überschüttet wurden, daß nur die Wipfel noch hervorragen. Hier und an der französischen Küste ist es nicht selten, daß die Dünen in einem Jahre 20 Meter weit fortschreiten, oft aber bis zu 50. An der Ostsee werden 40—50 Schritt als mittleres Jahreswachsthum angegeben. In der Bretagne sollen sie in geschichtlicher Zeit 6 geographische Meilen zurückgelegt haben!

Man macht wohl Versuche, den Dünensand zu befestigen, indem man ihn mit begnügsamen Pflanzen bevölkert, die auf solchem Boden fortkommen: Dünenhafer, Strandweiden, Föhren; aber nicht in allen Fällen gelingt es, ihn festzulegen. An vielen Punkten sind die Naturmächte stärker als diese schwächlichen Versuche des Menschen, über die der Sand weg- und weiterschreitet, nachdem er sie unter seinen weichen Wellenformen begraben.

Da indessen ihr Material in der Regel in beschränkter Menge vorhanden sein wird und die Windkraft, die sie treibt, nach binnen zu abnimmt, sind ihnen gewöhnlich engere Grenzen gezogen, wenn nicht etwa das Meer selbst seine Grenze landwärts verschiebt. Ueberhaupt sind die Dünen noch lange nicht nur als eine reine Schädlichkeit zu betrachten. Das würde einseitig und undankbar sein. Sie haben ihren großen Werth und gerade in unseren deutschen Küstengegenden ist ihr Nutzen wahrscheinlich viel größer als der doch immer sehr lokale Schaden, den sie mit ihren Sandwehen anrichten. Sie wirken als natürliche Dämme gegen das Meer, als Dämme, die das Meer und die Winde sich selbst gerade da aufgeworfen haben, wo ihre Heftigkeit am größten und wo in Folge dessen ihre zerstörenden Wirkungen, wenn ein solcher Schutz fehlte, doppelt stark empfunden werden müßten. Unsere friesischen Inseln, in erster Linie das reizende Sylt, werden vorwiegend nur durch ihre Dünen vor den Zerstörungen bewahrt, welche die fürchterlichen Nordweststürme ihren westlichen Küsten zuzufügen trachten. Auf allen diesen Inseln und

Digitized by Google

ebenso auch an den schleswig'schen Festlandküsten liegen die Ortschaften und überhaupt alle menschlichen Wohnstätten hinter den Dünen, so daß man sich einer solchen Küste wie einer gänzlich unbewohnten nähert. Man sieht zuerst nur die gelben Dünenwände, und erst wenn man diese überschritten, überblickt man das lachende Bild, das die lieblichen grünen Matten, die Gärten, die Häuser mit ihren rothen Ziegeldächern, die Dörfer bieten, in denen deutscher Biedersinn und holländische Reinlichkeit herrscht.

Indessen ist dieses merkwürdige Gebilde nicht auf die Küsten beschränkt, sondern man findet die Dünen in den Wüstengegenden auch tief im Binnenland und oft erreichen sie hier sogar eine sehr bedeutende Entwickelung. In der Sahara bilden sie, weil die Kamele nicht lange Zeit im Sande schreiten können, ein sehr ernsthaftes Verkehrshinderniß; z. B. zwischen den Oasen Siwah und Kufarah. Ebendort kommen sie bei Rhadames bis 180 Meter Höhe vor, und auf den dürren Hochebenen Arizona's bedecken sie weite Striche mit ihren 10—20 Meter langen, flachen Hügeln, welche von den dortigen Einwohnern „Medanos" genannt werden.

Große Strecken der Flachküsten werden bei Flutzeit vom Meere überschwemmt; man nennt dieses bald trockenliegende, bald unter Wasser gesetzte, aber nie vollkommen trockene Land Watten (in England Tide Land oder Tide Marsh). Solche Watten werden sehr fruchtbar, wenn man durch Eindämmung die See davon abhalten kann, sie zu überschwemmen. Mit die fruchtbarsten Gebiete Norddeutschlands und der Niederlande bestehen aus solchen künstlich dem Meere abgerungenen Landstrecken, welche man als Marsch oder Marschland bezeichnet. Von der Elbe bis zur Schelde sind seit 300 Jahren über 100 □Meilen fruchtbaren Landes dem Meere entzogen worden.

Digitized by Google

XV.

Die Inseln.

Große und kleine Inseln. Abgelöste und angeschwemmte Inseln. Welt-inseln. Vulkanische Inseln. Korallen-Inseln und -Riffe. Die Riff-bildung und die säculären Schwankungen. Bedeutung der Inseln im Haushalt der Natur und Kulturbedeutung derselben.

Wenn eine Insel ein rings von Wasser umflossenes Land, so sind eigentlich alle Erdtheile Inseln, denn wie wir gesehen haben, bildet nur das Meer auf der Erde ein zusammenhängendes Ganze, während die Festländer zu drei Welt-inseln gruppirt sind. Dennoch wendet man den Ausdruck Insel nicht auf solche große Landmassen an, und es fällt z. B. Niemanden mehr ein, von einer Insel Amerika zu sprechen. Selbst Australien ist uns für eine Insel bereits etwas zu groß. Heute ist Grönland die größte Insel, die man, seit ihre Insel-natur durch die englische Nordpolexpedition von 1875/76 nahezu festgestellt ist, fast zweifellos mit diesem Namen Insel bezeichnet. Man schätzt ihren Flächenraum auf ungefähr 36,000 Quadratmeilen und man kann also sagen, daß dieß die Grenze dessen ist, was man noch mit vollem Recht nach dem heutigen Gebrauch als Insel ansprechen kann. Die anderen Inseln, auch die größten unter ihnen, sind viel kleiner. Borneo mit 13,600, Neu-Guinea mit 12,900, Madagaskar mit 10,800 Quadratmeilen sind unter ihnen die größten.

Solche Inseln wie diese können wohl den Anspruch erheben, in der Erdbeschreibung selbstständig genannt zu werden, aber die große Mehrzahl ist zu klein, um für sich Beachtung zu finden und kann nur im Verein mit mehreren oder vielen zur Geltung kommen. Man faßt sie daher zu Inselgruppen zusammen, deren es natürlich auch wieder große und kleine gibt. So sprechen wir von den dänischen, britischen, ägäischen, westindischen Inseln. Seltener sind die kleinen isolirten Inseln

Digitized by Google

(St. Helena $2^1/_5$, Helgoland $^1/_{100}$ Quadratmeilen), durch welche hindurch man endlich zu kleinsten herabsteigt, welche den Namen Insel nicht mehr verdienen, sondern höchstens noch als Klippen oder Bänke bezeichnet werden können. Aber selbst solche Klippen können noch auf den Karten hervortreten, wenn sie einsam, und dadurch doppelt bemerklich, aus der Wasserwüste des Weltmeeres aufragen. Können sie doch selbst poetischer Verherrlichung theilhaft werden, wie Salas y Gomez oder San Juan Fernandez, die Welt Robinson Crusoes. Größte und kleinste zusammen zählen die Inseln nach Hunderttausenden. Indessen muß ein anderer Eintheilungsgrund für sie gefunden werden, als nur der der Größe, denn ihrer Entstehung, ihrem Wesen und ihrer Bedeutung nach sind sie so grundverschieden, daß wir bei so oberflächlicher Sonderung das Allerverschiedenste zusammenwerfen würden. Es ist vorzüglich die Eintheilung der Inseln nach ihrer Entstehung wichtig genug, um uns zu einer eingehenderen Betrachtung aufzufordern. Hier finden wir vor Allem gewisse Inseln, welche so nahe beim Festland liegen, daß man schon bei der Betrachtung der Karte unwillkürlich auf die Idee kommt: Sie müssen in ihrer Entstehung auf die eine oder andere Weise mit demselben verknüpft sein, sei es nun, daß sie von dem Festland abgerissen wurden, oder aber, daß sie als Anschwemmungen an seinen Küsten entstanden sind. Beide Fälle sind möglich und kommen vor, denn es wohnt den Wellen des Meeres ebensowohl eine zerstörende als eine neu aufbauende Macht inne. An manchen Küsten ist die Inselbildung eine Folge von Zerstörung, an manchen eine Folge von Neubildung, je nach der verschiedenen Beschaffenheit der Küste selbst. Ich werde am besten in Beispielen reden. An der Nordküste der Halbinsel Wales liegt eine Insel, Anglesea genannt, die durch einen ganz schmalen Kanal von der großen Insel getrennt ist, die England, Schottland und Wales umfaßt. Sie erweist sich klar als früherer Theil des Festlandes: die Gesteine, aus denen sie sich aufbaut, die Anordnung dieser Gesteine, die Richtung ihrer Höhenzüge lassen erkennen, daß Anglesea eigentlich zum Festland gehört, daß es denselben Kräften sein Dasein verdankt, welche dieses erzeugten. Untersuchen wir den Meereskanal näher, welcher Anglesea von Wales trennt,

Digitized by Google

so finden wir, daß er gewissermaßen wie in den Felsen gesprengt ist: hüben und drüben dieselben Gesteine, auf dieselbe Weise angeordnet und mitten durch, wie gerissen oder geschnitten, dieser Kanal, dem man es an gewissen unverkennbaren Merkmalen ansieht, daß Wasserskraft und zwar höchst wahrscheinlich Wasser in Form von Gletschereis ihn ausgehöhlt hat. Dieß ist zweifellos eine abgelöste oder losgerissene Insel. Aber dasselbe sind die britischen Inseln überhaupt. Dieser ganze Komplex ist durch den Kanal vom europäischen Festland getrennt und der Kanal trägt die unzweifelbaren Merkmale allmählicher Aushöhlung durch die nagende Thätigkeit der Meereswellen. Wir haben ja zur Genüge die Wirkungen derselben kennen gelernt und was im Kleinen vorhin (s. oben S. 149) von der Zerreißung größerer Inseln in kleinere und sogar der Ablösung von Festlandstücken gesagt ward, welche dadurch zu Inseln werden, ist auch für größere Verhältnisse gültig. Nur braucht es Jahrhunderttausende zur Bildung einer Meeresstraße wie der von Dover, während Neu-Bessin von Rügen in einer Nacht abgelöst wird. In diesen Fällen gibt es auch noch einen sehr schlagenden Beweis: die Thier- und Pflanzenwelt. Großbritannien hat im Ganzen dieselben Pflanzen und Thiere wie die nächstgelegenen Theile Europa's: also Nordfrankreich, Niederlande, Nordwestdeutschland. Nun sind unter diesen viele, die fast unter keiner Bedingung auch nur einen so schmalen Meeresarm wie den Kanal überschreiten können und man schließt daraus, daß es zu einer Zeit eine trockene Verbindung zwischen diesen Inseln und dem Festlande gab, mit anderen Worten, daß beide einstmals zusammenhingen, daß also in diesem Fall Großbritannien wahrscheinlich zuerst eine Halbinsel von Europa war. Dasselbe ist von vielen Inseln nachzuweisen, welche nicht sehr fern vom Festlande liegen. Sie alle könnte man Ablösungsinseln nennen.

Auch Inseln, die durch Anschwemmung entstehen und die man daher als *Anschwemmungsinseln* von den anderen unterscheidet, sind an flachen Meeresküsten häufig. An solchen Küsten sammeln sich mit Vorliebe Schlamm und Sand, die theils von den Flüssen aus dem Inneren der Länder gebracht, theils durch Wellenschlag ausgeworfen werden, in dammartigen, mit der Küste parallel laufenden Anschwem-

Digitized by Google

mungen an. Wir haben diese Anschwemmungen zusammenhängend in langen Streifen gefunden, wo sie Nehrungen genannt werden; ebenso oft aber sind sie getrennt und bilden in diesem Zustande vollständige Inselketten. Häufig vor allen sind Anschwemmungsinseln in den Mündungen großer schlammreicher Ströme (s. Fig. 10 Seite 150). Die Inseln Usedom und Wollin in der Odermündung sind gute Beispiele solcher Anschwemmungsinseln.

Dieß sind nun alles Inseln, die durch ihre Lage so nahe bei den Festländern keinen Zweifel darüber lassen, daß sie hinsichtlich ihrer Entstehung in irgend einer Beziehung zu ihnen stehen.

Damit soll aber keineswegs bewiesen sein, daß alle Inseln, die in der Nähe der Festländer liegen, von diesen abgerissen seien. Nichts wäre unrichtiger als das. Sehen wir Madagaskar oder Ceylon, so möchten wir bestimmt glauben, daß das eine von Afrika, das andere von Vorderindien abgelöst sei, aber in beiden Fällen würden wir fehlgehen. Beide Inseln haben eine Masse von Pflanzen und Thieren, welche in den benachbarten Gebieten gar nicht, überhaupt nirgends sonst auf der Welt vorkommen und die sich sicherlich schon längst über diese Nachbarländer verbreitet haben würden, wenn diese Inseln jemals durch Land mit ihnen verbunden gewesen wären. Unter sich weisen sie aber, so weit sie auch getrennt sind, gerade hinsichtlich der Pflanzen und Thiere besondere Aehnlichkeiten auf und man hat in der neueren Zeit allgemein angenommen, daß sie sammt einigen anderen Inseln des Indischen Oceans Reste eines großen untergegangenen Inselreiches oder sogar Festlandes seien, das von Madagaskar bis Ceylon sich in einer früheren Periode der Erdgeschichte erstreckte.

Solchen Inseln hat man den Namen „Weltinseln" beigelegt.

Wie ist es aber mit den Inseln auf hoher See, weit von jedem Festlande gelegen, mit jenen *oceanischen Inseln*, die man mit großem Rechte so nennt, da sie nicht mehr dem Festlande angehören, sondern dem Ocean, der sie rings umfaßt und von dem es scheint, als ob er jeden Moment sie mit der Uebergewalt seiner Fluten überstürzen und in

Digitized by Google

die Tiefe zu reißen vermöchte? Für sie kennen wir vorzüglich zwei Entstehungsweisen, welche weit verschieden sind von dem, was wir als Entstehungsursachen der nahe beim Lande gelegenen Inseln gesehen haben. Diese Inseln sind zwar alle nicht groß, aber eine gewisse Art davon ist in der Regel ungewöhnlich klein und gleichzeitig niedrig, während eine andere

Fig. 12. Tristan-Insel.

größer und dabei hoch zu sein pflegt. Die größeren und gleichzeitig höher hervorragenden sind mit wenigen Ausnahmen vulkanischen Ursprungs; sie danken ihre Entstehung den Ausbrüchen von Vulkanen, die unter dem Meeresspiegel sich aufthaten und mit Lava und Asche solche Bergkegel aufbauten, welche dann nach beendigter Eruption als fertige Inseln da-

Digitized by Google

stehen. Wenn man an dieser Entstehungsweise irgend zweifeln könnte, so würden die zahlreichen Fälle, in denen man durch solche Kräfte Inseln sich wirklich hat bilden sehen, jeden Zweifel zerstreuen (s. o. S. 58). Diese vulkanischen Inseln treten oft in größeren Ketten, entsprechend der Reihenanordnung der Vulkane auf (Kurilen, Aleuten, Sunda-Inseln), oft aber auch ganz vereinzelt (St. Helena, Tristan d'Acunha,

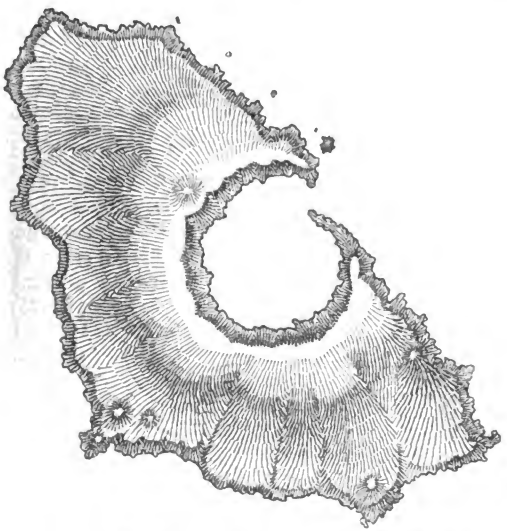

Fig. 13. Insel St. Paul im südlichen Indischen Ocean.

Ascension, Jan Mayen). Die meisten von diesen Inseln bestehen aus je einem Vulkane und lassen dann in ihrer runden Gestalt und ihrer kegelförmigen Aufwölbung deutlich die Grundform der Vulkane erkennen (Fig. 12). Einige sind nichts weiter als aufgesprengte Krater, deren Inneres zu einer Meeresbucht geworden (Fig. 13). In der Regel sind diese Buchten vortreffliche Naturhäfen.

Digitized by Google

Wenn diese größeren und höheren Inseln ihre Entstehung einer heftig wirkenden, convulsivischen Naturkraft verdanken, sind dagegen die kleineren und niederen unter den auf hoher See liegenden oder oceanischen Inseln das Erzeugniß höchst langsam und allmählich schaffender Kräfte. Aber ihre Werke sind nichtsdestoweniger dauerhaft. Sie werden von kleinen Thieren erbaut, welche Kalk um sich absondern und damit das erzeugen, was man Korallen heißt. Nicht die bekannte rothe Edelkoralle gehört zu ihnen, sondern es sind insel- und klippenbildend nur jene, welche zu Kolonien sich vereinigen und damit ganze Stöcke bald rasenförmig, bald verästelt, bald in massigeren Formen aus Kalkstein aufbauen. Man findet in jedem dieser Kalkstücke, denn aus kohlensaurem Kalk bestehen diese Gehäuse, oder besser, diese Ansammlungen von Gehäusen ganz vorwiegend, kleine Höhlungen, die von strahlenförmig angeordneten Scheidewänden erfüllt sind. Eine solche Höhlung mit ihren Scheidewänden ist die Wohnung eines einzelnen Korallenthieres. Indem diese Thiere sich vermehren, fügen sich der einen Wohnung, dem einen Gehäuse immer neue an und es erwächst das, was man also Korallenstock oder Korallenkolonie nennt. Wo viele solcher Korallen zusammen wohnen, können sie bedeutende Bauten aufrichten und weil diese Bauten die Form von Riffen annehmen, erhalten die Korallen, welche durch die Härte und Stärke ihrer Gehäuse und die Schnelligkeit ihrer Vermehrung im Stande sind, solche Bauten aufzuführen, den Namen Riffbauende Korallen, durch welchen man sie von jenen anderen Korallen unterscheidet, welche mehr vereinzelt vorkommen und zu solch bedeutender Bauthätigkeit wegen langsamer Vermehrung und geringer Massigkeit ihrer Kolonien oder Stöcke nicht die Möglichkeit besitzen. Jene in großem Maße bauthätigen Korallen gehören hauptsächlich den Familien der Astraeen, Madreporen, Maeandrinen, Poecilloporen, Ocallinen, Fungaceen an. Alle sind Meeresthiere, Meerwasserbewohner und es ist klar, daß diese Thiere bis hart unter den Meeresspiegel bauen können; aber wie sollen sie, die wegen der Zartheit ihres Organismus absolut nicht außerhalb des Wassers zu existiren vermögen, wie sollen sie jene Inseln bauen, welche als durch Korallen aufgebaut angesehen werden

Digitized by Google

müssen? Diese Inseln ragen 1—2, und oft selbst 3—4 Meter aus dem Meeresspiegel auf, ja solche, die Hebungen erfahren haben, heben ihre riffgekrönten Gipfel zu 100 Meter Höhe und mehr (Hervey-Inseln), während die Korallenthiere schon sterben, wenn sie auch nur einen Millimeter über das Wasser hervorragen. Sie müssen, um leben zu können, immer von Wasser umgeben, wenn auch nicht von demselben bedeckt, so doch von ihm benetzt sein. Die Sache ist aber einfach. Die Riffe, welche diese Thierchen aufbauen, sind, wie es in der Natur der Korallengehäuse liegt, sehr zackig und eckig, die Meereswellen brechen sich an ihnen und schlagen Stücke weg, die sie entweder zermahlen und als Sand oder Schlamm aufhäufen, oder die sie auch ganz, so wie sie sind, auf den Kamm und die Oberfläche des Riffes werfen. So geschieht es, daß, wenn die Korallenthiere nicht mehr zu bauen vermögen, weil ihr Bau über den Wasserspiegel hervorragt, daß dann die Wellen die Arbeit übernehmen und weiterführen. Es gibt übrigens auch andere Seethiere, die nicht gerade im Wasser leben müssen, sondern denen es schon genügt, wenn sie nur zeitweilig befeuchtet werden; es sind besonders gewisse Muscheln und Schnecken und außer ihnen jene sog. Moosthiere, kleine Thierchen, die massenhaft und dicht wie eine Moosdecke ein solches Korallenriff überziehen; derartige siedeln sich über den Korallen an, die nun unterhalb des Wasserspiegels, da sie nicht weiter in die Höhe zu bauen vermögen, um so stärker in die Breite bauen. Die Wellen und diese halb wasser-, halb felsbewohnenden Thiere zusammen arbeiten also an der Erhöhung des Korallenriffes, das auf diese Weise mit der Zeit zu einer flachen Insel wird. Schwer ist es, zu bestimmen, welches der Antheil der Bauthätigkeit der Korallen und anderer Thiere und welches der der Wellen ist. Jene sind mehr an dem Baue unter, diese über dem Wasser beschäftigt. Sicherlich ist für den über den Meeresspiegel hervorragenden Theil der Ocean der Baumeister, dem die Korallen nur die Baustoffe darbieten.

Ein solches Wachsthum entspricht nun allerdings wenig dem Bilde, welches poetische Naturbeschreiber uns von den blendenden farbenreichen Gärten der Korallenriffe entworfen, wo die bunten blüthenähnlichen Korallenthiere, dicht aneinander-

Digitized by Google

gedrängt, in Abwechslung mit dem hell leuchtenden Felsgestein der Unterlage, welche ihre Vorgänger erbauten, eines der zauberischsten Bilder tropischer Lebensfülle bieten sollen. In Wirklichkeit verhalten sich die Dinge etwas prosaischer. Ein Korallenriff ist nicht einem wohlgeordneten blüthenreichen Garten, sondern einem weiten Felde zu vergleichen, wo da ein Stück brachliegenden Landes, dort üppige Blüthensträucher, hier magerer Rasen oder Haide, an nicht wenigen Stellen sogar ganz kahle dürre Striche auftreten. Einige Strecken grünen und blühen, andere sind ärmlich besetzt oder ganz öde. Noch besser vergliche sich wohl das Korallenriff mit einem Urwald, wo Reste derselben Bäume, die den Wald bilden, zugleich auch seinen Boden zusammensetzen. Der Boden ist nur gewesener Wald. So wachsen und blühen die Korallen auf den Resten von Korallen auf. Und wie die Bäume des Urwaldes aus der Verwesung ihrer Vorgänger ihre eigene Nahrung ziehen, so liefern die zerfallenden Korallen den werdenden Stoff zu ihrem Aufbau.

Gestalt und Größe dieser Korallenbauten sind nun sehr verschieden. Aber nur äußerlich. Alle Arten von Riffen und Inseln, die von Korallen aufgebaut sind, stimmen im Grunde überein und vor Allem ist jede Koralleninsel zu einer Zeit ein Korallenriff gewesen. Es sind äußere Wirkungen, die diese Unterschiede hervorrufen, denn die Korallen selbst bauen immer und überall in derselben Weise. Wenn sie sich an irgend einer Küste, sei es Festland oder Insel, angesiedelt haben, was aber immer nur innerhalb der oben angegebenen Tiefengrenze möglich, wachsen sie unter günstigen Bedingungen sehr rasch. Dr. Forres setzte an der Ostküste von Madagaskar 20 Korallen in 3 engl. Fuß tiefes Wasser und dieselben erreichten vom December bis Juli die Oberfläche. Ein im persischen Meerbusen gescheitertes Schiff war an seinen gesunkenen Theilen innerhalb 20 Monaten $^2/_3$ Meter dick überkrustet. Dieß mögen Wachsthums-Erscheinungen unter ganz besonders günstigen Umständen sein. Aber nach Pourtalès' Untersuchung wuchs eine Maeandrina in den Tortugas in 20 Jahren 1′ 4″ (engl.), Oculinen 4″ in 14, Madreporen 16′ in 64 Jahren. Wie verschieden diese Zahlen sind: man erkennt ein starkes Wachsthum in verhältnißmäßig kurzer Frist,

Digitized by Google

das genügend ist, starke Mauern von Korallenfels im Lauf weniger Jahrzehnte auf vorher ebenem Meeresgrunde sich erheben zu lassen. Diese „Riffe" werden sich zunächst der Unterlage anpassen, auf welcher sie ruhen, und zunächst in der Breite fortwachsen, in welcher sie entstanden sind; denn fast alle Korallen haben ein vorwaltendes Breitenwachsthum. Mit der Zeit werden sie sich aber der Meeresoberfläche nähern und erscheinen dann in einiger Entfernung von der Küste in Form von „Saumriffen", welche die Küste begleiten oder umsäumen. Ein Streif Wassers wird sie meistens von der letzteren trennen, da die einmündenden Süßwasser, die Gezeiten, der abgespülte Sand und Schlamm und häufig auch der unfestere Boden die Korallenthiere abhält, sich unmittelbar an der Küste anzusiedeln. Diese Saumriffe, welche die auf ihnen zerstäubenden weißen Wellen, die „Brecher", schon von Weitem erkennen lassen, ragen nicht oder kaum über den Meeresspiegel und gehören zu den größten Gefahren der Schifffahrt in riffreichen Meeren. Häufig trennt sie scharf ein 2—3 geographische Meilen breit werdender und wohl unterscheidbarer Kanal von der Küste und man nennt sie dann Dammriffe oder Lagunenriffe. Dieser Kanal (die Lagune) ist häufig seicht und von zahlreichen kleinen Riffen unterbrochen, aber nicht selten ist er auch bis zu 20 Faden tief. In vielen Fällen bildet er die besten Ankerplätze durch ruhiges Wasser und guten Grund. Solche Riffe sind in der Regel nicht gleichmäßig fortlaufend, sondern vielfach unterbrochen. Wenn man daher auf den Karten z. B. das neucaledonische Riff mehr als 100 geographische Meilen der Küste dieser Insel entlang ziehen sieht, so ist dabei nicht an eine fortlaufende Mauer von Korallenkalkfels zu denken, sondern es besteht dieses Riff aus zahllosen Klippen, die bald meilenlang zusammenhängende Dämme darstellen, bald aufgelöst auftreten, bald höher, bald tiefer an den Meeresspiegel heranragen. Immer sind ihre äußeren, der Brandung zugeneigten Seiten höher und zerrissener als die inneren: sie tragen die Spuren der theils zerreißenden, theils aufthürmenden Wirkung der Brandung deutlich zur Schau. Die Dicke an der Zinne beträgt in der Regel zwischen 100 und 600 Meter. Wahrscheinlich wird durch nachwachsende Korallen, durch hartschalige

Digitized by Google

Muscheln, welche Lücken ausfüllen, und durch die Zusammenkittung der von der Brandung übereinandergeworfenen Trüm-

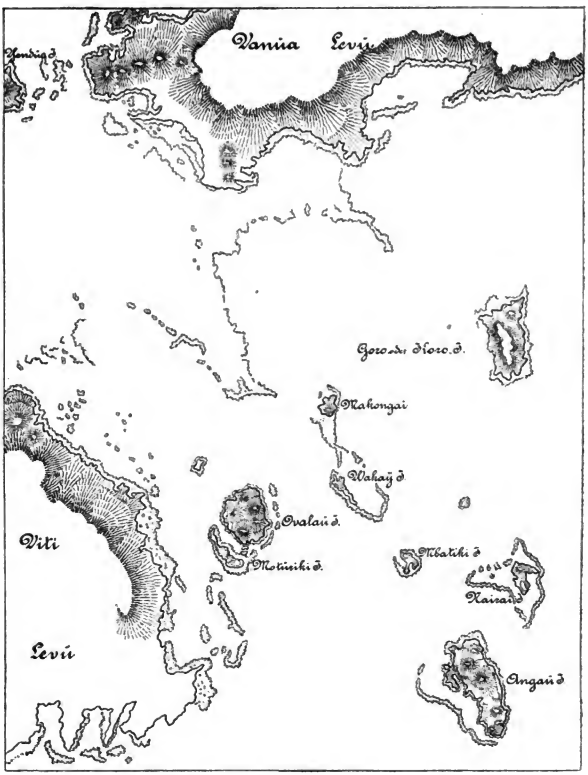

Fig. 14. Korallengebilde in der Fidschi-Gruppe.

mer mit der Zeit jedes Riff immer dichter, mauerartiger; aber häufig sind die Beispiele von bogenförmig zusammen-

Digitized by Google

gewölbten Riffen, von pilzförmig überdachenden Bauten u. dgl. Solche Bögen und Höhlen, von Korallen aufgewölbt, haben Walfischfänger bis zu 100 Meter lang gefunden, wenn harpunirte Walfische an der Leine sich in dieselben verschlupften.

Dieß sind also die vielbesprochenen Korallriffe. Man sieht, sie bieten nichts Räthselhaftes in ihrer Entstehung; es sind gewachsene organische Gebilde wie der Torf oder die Austerbänke.

Nun gibt es aber in allen warmen Meeren, vorzüglich im Stillen, übrigens auch im Indischen und Atlantischen Ocean, Inseln, welche auf diese Weise nicht entstanden sein können und zwar einfach nicht, weil sie eine Ringgestalt haben und weil wir wissen, daß die Korallenthiere gar keine Neigung haben, sich in Ringen anzubauen. Dieß sind die sog. Atolls, die eigentlichen typischen Koralleninseln. Woher kommt ihre Ringgestalt? Man nahm einst an, sie müßten sich auf den Rändern von Vulkankratern angesiedelt haben. Nun gibt es zwar viele Vulkanberge, welche an ihrem Gipfel kreisförmige oder elliptische Krater haben, aber so viele, von der erforderlichen Tiefe unter dem Meeresspiegel, der bestimmten Größe, Gestalt u. s. w., als man brauchen würde, um alle Atolle zu erklären, gibt es doch nicht. Und dann müßten das lauter ausgestorbene, erloschene Vulkane sein, denn sonst würde ja die erste Eruption den ganzen mühsamen Bau der kleinen Thierchen über den Haufen werfen. Aber wie anders kann die Ringgestalt erzeugt sein? Die Antwort führt auf die Riffe zurück. An manchen Inseln, die nicht selbst aus Korallen bestehen, findet man, wie wir sahen, einen Saum von Korallen (Saumriff); bei anderen rückt dieser Saum weiter hinaus und erscheint wie ein Damm oder noch besser wie eine Nehrung, welche in einiger Entfernung vom Lande hinzieht, so daß zwischen ihr und diesem ein Streifen ruhigen Wassers, eine Lagune oder ein Haff, bestehen bleibt. Man nimmt an, daß die letztere Form aus der ersteren hervorgehe und zwar einfach durch Senkung. Die Korallen entwickeln sich am kräftigsten an der äußeren Seite des Riffes, hier wachsen sie am raschesten. Nehmen wir nun an, die Insel sinke mählich, ganz allmählich tiefer, so bauen die Korallen natürlich in dem Maße fort, wie

Digitized by Google

die Insel sinkt. Heute stehen die Korallen am Wasserspiegel, sie können nicht weiter bauen, in 20 Jahren ist aber die Insel um 1 Fuß gesunken und sie selber haben daher innerhalb dieser Zeit die Möglichkeit erlangt und genützt, um 1 Fuß höher zu werden. So mag das nun lange fortgehen, bis einmal eine Zeit kommt, wo die Insel selber versunken ist, während das Riff, das sie umgab, als ein Ring, sei es geschlossen oder in Bruchstücken, ihre einstige Lage umzirkelt.

Fig. 15. Atoll oder Ringinsel (nach Dana).

So erklärt sich nun auch ein Räthsel, das früheren Erforschern der Korallenbauten geradezu unlösbar scheinen mußte. Es gibt Riffe und Inseln, die sehr tief hinabreichen, vielleicht über 2000 Meter hinaus, jedenfalls viel tiefer, als Korallen zu leben vermögen. Wie können diese entstanden sein? Man weiß, daß die Korallenthiere in größeren Tiefen als 20 Faden oder 35 Meter nicht leben. Nicht bloß die Wärme ist hier geringer, deren sie so nothwendig bedürfen, sondern auch der Druck hat sich vermehrt und die chemische Zusammensetzung des Meerwassers verändert sich mit zunehmender Tiefe. Vielleicht wirken noch andere unbekannte Ursachen beschränkend auf die Tiefenverbreitung der Korallenthiere ein: Genug, man hat sie nirgends tiefer am Leben getroffen.

Digitized by Google

Verschiedene Untersucher haben ihre Tiefengrenze bei 6 Faden (Ehrenberg im Rothen Meer), bei 10 (Agassiz im Florida-Archipel), bei 15 (Pourtalès ebendaselbst), bei 25 (Kotzebue im Marshall-Archipel) angenommen. Es scheint demnach, daß in verschiedenen Regionen verschiedene Tiefengrenzen gezogen sind, aber als eine mittlere Tiefengrenze, die nicht häufig erreicht und jedenfalls nirgends erheblich überschritten wird, kann man mit Darwin wohl die obengenannten 20 Faden oder rund 35 Meter annehmen. Bei solcher Beschränkung auf einen ziemlich schmalen Gürtel ist offenbar das Hinabreichen von Korallenbauten bis in 1000 Faden Tiefe nur unter Annahme einer langsamen Senkung unter fortwährendem Aufwärtswachsen des Riffbaues erklärlich. Untenstehendes Schema

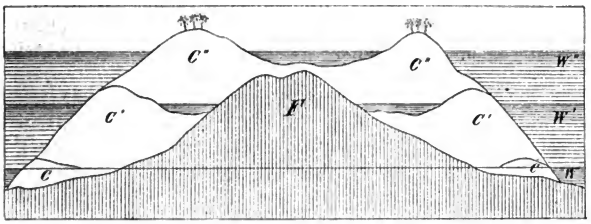

Fig. 16. Allmähliche Entwicklung einer Ringinsel (C'') aus einem Saumriff (C') durch Uebergangsstufe eines Lagunenriffs (C). (Nach Darwin.)

verdeutlicht den Vorgang. Zuerst ist die Insel von einem Saumriff umgeben, welches sie rings ziemlich eng umschließt; indem sie anfängt zu sinken, während zugleich das Riff fortwächst, bildet sich ein Wasserstreifen zwischen diesem und der Insel und es entsteht das Lagunenriff; geht das Sinken weiter, so liegt endlich der letzte Rest der Insel als Klippe inmitten einer breiten, vom Riff umschlossenen Wasserfläche und zu allerletzt verschwindet auch dieser und das Riff umschließt als Ringinsel ein stilles rundes Wasser: das Atoll ist fertig. Es genügt, irgend eine größere Inselgruppe, welche aus Korallen besteht, zu überblicken: man wird überall Spuren

Digitized by Google

begegnen dieser allmählichen Verwandlung von Küstenriffen und Riffinseln in Ringinseln (vgl. das Kärtchen eines Theiles der Fidschi-Inseln Fig. 14).

Wie die Entstehungsweise voraussetzen läßt, sind gleich den Korallenriffen auch die Koralleninseln sehr verschieden in Form und Größe. Einige sind vollständige, geschlossene Ringe, andere bestehen aus ringförmig angeordneten Klippen, andere sind elliptisch, andere hufeisen- oder halbkreisförmig. Es gibt auch Doppel-Atolle, die aus Verschmelzung entstanden sind. Die ganz geschlossenen Atolle sind selten. Bei ihnen kann die Lagune durch Aussüßung zu einem Süßwassersee werden. In der Regel haben sie, auch die ringförmigen, einen Eingang. Die Breite der Riffe (100—600 Meter, selten über 1 Kilometer) gilt auch für den Klippenring des Atolls, doch kann durch allmähliche Auffüllung der Lagune derselbe nach innen hin wachsen und gerade das fruchtbare bewohnte Land der Koralleninseln, dessen Ausdehnung in der Regel keine beträchtliche, ist häufig nur solches Schwemmland.

Die interessante Untersuchung über die Art, wie solche ursprünglich nur aus Fels aufgebaute Eilande mit Pflanzen, Thieren und endlich, wenn auch in geringer Zahl, sogar mit Menschen sich bevölkert haben, liegt außer dem Rahmen unserer Betrachtungen (vgl. Abschn. XXIII). Selbstverständlich trägt diese Zuwanderung noch Erhebliches bei zur Befestigung und Vergrößerung der Insel. Vor allen gilt dieß von den weitwurzelnden Cocos-Palmen, die mit zu den frühesten und häufigsten pflanzlichen Bewohnern der Koralleninseln gehören. Sie sind es auch, welche die Physiognomie dieser Inseln am meisten bestimmen helfen. Ohne sie würden die Koralleninseln, welche selten mehr als 4 Meter über den Meeresspiegel hervorragen, schon in geringer Entfernung fast unsichtbar sein. Aber die charakteristischen Kronen dieser Palmen sind weithin sichtbar und sie sind es auch, welche das mährchenhafte Bild eines „schwimmenden Gartens" hervorzaubern. In der That scheint es, als schwämmen diese niedrigen Inseln sammt den sie krönenden Palmenhainen auf der Flut, der sie entstiegen (s. Fig. 15).

Interessant, wie so Vieles an diesen merkwürdigen Gebilden, ist endlich noch ihre geographische Verbreitung.

Digitized by Google

Indem die riffbauenden Korallen Warmwasserthiere sind, welche im Allgemeinen nicht in Wasser leben, dessen Wärme für irgend beträchtliche Zeitdauer unter 20° C. herabgeht, sind die Aequatorial-Gegenden ihre natürliche Heimath; es bezeichnen daher ihre Verbreitungsgrenzen gegen Nord und Süd zwei Linien, welche diejenigen Meerestheile, an deren Oberfläche die Wärme nie unter 20° C. sinkt, von denjenigen trennt, wo kältere Temperaturen vorkommen. Man hat den Namen „Isokrymen" für diese Linien vorgeschlagen. Diese Linien erhalten vorzüglich durch die Einwirkung der Meeresströmungen sehr verschiedene Lagen in den verschiedenen Meeren und demgemäß finden auch die Korallenriffe ihre Grenzen in keinem Meere unter demselben Breitegrad. So reichen sie im Atlantischen Meere an der amerikanischen Küste bis 26° n. B. und 22° s. B., an der afrikanischen bis 10° n. B. und 5° s. B., im Stillen Meere in der asiatischen Region bis 15° n. B. und 30° s. B. und an der amerikanischen Küste bis 21° n. B. und 4° s. B. Endlich gehen sie im Indischen Ocean bis 29° n. B. (Rothes Meer). Die reichsten Korallenriff- und Koralleninsel-Regionen sind im Stillen Ocean zu finden, wo von der Osterinsel bis Neu-Guinea Tausende davon den größten Antheil an der Bildung jener „Inselflur" nehmen, welche diesem weiten Meere viel von dem wüstenhaften, öden Charakter nimmt, der großen ununterbrochenen Wasserflächen eigen zu sein pflegt. Hervorragend sind die Gruppen der Paumotu (80 Koralleninseln), Hapai-, Gilbert-, Marshall- und Carolinen-Inseln, welche ausschließlich Korallenbauten sind. Reich an Riffen und vereinzelten Koralleninseln sind die Fidschi-, Samoa-, Louisaden-, Gesellschafts-Inseln. Gewaltige Riffe umgeben Neu-Caledonien, Nordaustralien und Neu-Guinea. Im Indischen Ocean sind die Malediven, Laccadiven und Amiranten Korallenregionen, riffreich sind die Comoren und Seychellen. Im Atlantischen Ocean sind die Südspitze von Florida, die Bahamas, das Abrolhosriff hervorragend durch reiche Bauthätigkeit der Korallen. — Europa liegt heute völlig außerhalb der Grenzen der riffbauenden Korallen; aber in geologischen Zeiten trug sein Boden gewaltige Riffe, deren Reste z. B. in unserem Vaterlande der Frankenjura und die Rauhe Alb noch aufweisen.

Digitized by Google

Tritt also auch die Gesammtmasse der Inseln zurück, wenn man rein ihre Flächenausdehnung ins Auge faßt und mit der der Festländer vergleicht, so ist doch ihre Bedeutung im Haushalte der Natur keineswegs an der Zahl ihrer Quadratmeilen zu bemessen. Sie ist verhältnißmäßig sehr groß. Und zwar sind es vorzüglich die Rückwirkungen auf die Lebewelt unserer Erde, welche dabei in Betracht kommen. Die allseitige Nähe der Wasserumgebung schützt die weitaus meisten Inseln vor dem Schicksal der Vertrocknung und Wüstenbildung, der das Herz größerer Festlandmassen nirgends entgeht. Sie haben der großen Mehrzahl nach ein feuchtes und abgeglichenes Klima und man darf kühnlich behaupten, daß das im Vergleich zur Lage in der kalten Zone abnorm milde Klima Islands oder selbst Spitzbergens vorwiegend der Inselnatur dieser Gebiete zuzuschreiben ist. Läge an ihrer Stelle ein Kontinent auch nur von der 10fachen Ausdehnung, ihr Klima wäre sofort ein viel minder mildes. Inseln sind den Einflüssen der Seewinde und Meeresströme durch ihre Lage am zugänglichsten und beide sind bei der größeren Ausdehnung der in wärmeren Zonen liegenden Meeresabschnitte von vorwiegend mildernder Wirkung. Indem solchermaßen die Inselklimate im Allgemeinen einen der Lebewelt günstigen Charakter erhalten, wird durch den Einfluß der atmosphärischen Feuchtigkeit auch die Fruchtbarkeit ihres Bodens aufgeschlossen. Es ist in dieser Hinsicht als eine nicht zufällige Erscheinung hervorzuheben, daß die beiden Inseln Cuba und Java die im Vergleich zur Größe ertragreichsten tropischen Kulturgebiete sind, die man kennt. Aber viel bedeutender ist die isolirende Wirkung der Inseln. Die Theorie der Artbildung im Thier- und Pflanzenreich lehrt uns, daß neue Arten zur vollen Absonderung ihrer Merkmale von denen der Stammart und zur bleibenden Befestigung derselben, der längeren Isolirung ebenso sehr bedürfen, wie die neuen Rassen der Kulturpflanzen und Hausthiere. Freie Mischung wird am öftesten die neuen Merkmale zerstören. Auf Inseln kann die Isolirung am ehesten stattfinden und darum sind sie so reich an eigenen Arten, daß Westindien allein ebenso viel Landschnecken zählt als das übrige Europa und daß jede einzelne der Galopagos-Inseln ihre eigenen Vogelarten aufweist. Es gilt dasselbe

Digitized by Google

auch von Menschen. Welche Mannigfaltigkeit der Rassen-Abarten und Stämme auf den Inseln Asiens im Vergleich zu der großartigen Einförmigkeit der mongolischen Rasse in Nord- und Mittelasien! Wie scharf abgesondert sind selbst Engländer und Japanesen von den ihnen zunächst wohnenden Kontinental-Völkern! Man kann nicht zweifeln: die Inseln befördern die Mannigfaltigkeit und Eigenthümlichkeit der lebenden Wesen, indem sie dieselben auf der einen Seite auf verhältnißmäßig engem Raume zusammenzuhalten und andererseits von der Mischung mit andersgearteten Wesen zurückzuhalten streben. Auf die Völker angewandt, hat dieß das Ergebniß, fest in sich geschlossene und eigenartige Stämme oder Nationen zu bilden. Welche Rolle solche Nationen in der Geschichte gespielt haben und spielen, ist bekannt genug. Aber die Inseln üben auch eine erhaltende, weil schützende Wirkung, indem sie gewissen Wesen wohlumgrenzte Asyle bieten. Fast alle größeren Inseln weisen hervorragende Eigenthümlichkeiten der Thier- und Pflanzenwelt auf, welche auf diese Wirkung zurückzuführen sind. Braucht man an Neuseeland, Madagaskar, Neu-Guinea, die Sunda-Inseln mit ihren so höchst eigenartigen Floren und Faunen zu erinnern? Auch hiervon zieht der Mensch Gewinn. So wie Ceylon eine letzte Zuflucht des aus Indien vertriebenen Buddhismus, so wurde Island der letzte Hegeort heidnisch-germanischen Lebens und Glaubens, und in Japan hat man jüngst buddhistische Glaubensschriften in Sanskrit gefunden, welche in ihrer Heimath Indien längst verschollen sind. Endgültig führt auch diese schützende Wirkung selbst die Lage zahlreicher Handelsstädte und Handelskolonien auf Inseln zurück. Die Phönicier bauten fast alle ihre Emporien auf Inseln an (Tyrus, Sidon, Gades, Malaga), und ebenso handelten bis auf den heutigen Tag die Europäer in fremden Welttheilen (New-York, Singapur, Hongkong). Endlich ist noch eine bedeutsame Kulturwirkung der Inseln in der Förderung zu erkennen, welche dieselben auf die Entwicklung der Schifffahrt und des Verkehrs üben. In dieser Beziehung ist ihr geselliges Auftreten und ihr Hafenreichthum beachtenswerth. Diese Förderung setzt sich noch in spätere Epochen fort und die meerbeherrschende Stellung Großbritanniens ist

Digitized by Google

noch heute in erster Linie Ergebniß seiner Inselnatur, während inselarme Erdtheile, wie Afrika und Australien, an Verkehrsarmuth und geringer Meeres-Vertrautheit ihrer Bewohner leiden.

XVI.

Die Gesteine der Erdrinde.

Die vorwaltenden Grundstoffe derselben. Mineralogische Eintheilung. Entstehung. Geographische Verbreitung. Lagerungsformen.

Nachdem unsere Kenntniß vom Erdkörper sich auf eine so oberflächliche Schichte beschränkt, wie wir gesehen (s. Abschn. VII), kann natürlich auch unser Wissen von den Stoffen, welche diesen Körper zusammensetzen, auch nur ein sehr oberflächliches und lückenhaftes sein. Sind auch die Gesteinsmassen, welche von den Vulkanen ausgeworfen werden, im Stande, uns einen Einblick in die stoffliche Beschaffenheit des Erdinnern zu verschaffen, so ist es doch mehr als wahrscheinlich, daß dieselben ebenfalls nicht aus sehr großen Tiefen stammen und unter allen Umständen lassen uns die Untersuchungen über das Gewicht der Erde erkennen, daß in großer Tiefe ganz andere Stoffe, wenn auch nicht andere Elemente, und besonders ganz andere Mengeverhältnisse obwalten. Es müssen dort gediegene und schwere Metalle in vorwaltender Menge vertreten sein. Daß wir in großen Erdtiefen nicht andere Grundstoffe oder Elemente zu vermuthen brauchen, als die uns von der Oberfläche her bekannten, beruht auf der im Interesse der Einfachheit und Sicherheit unserer tellurischen Vorstellungen sehr willkommenen Erfahrung, daß alle Körper im Weltraum, welchen wir auf irgend einem Wege bisher näher kommen konnten, sich aus Stoffen zusammengesetzt zeigten, welche auch der Erde zukommen.

Digitized by Google

Hier handelt es sich nun bloß um die Zusammensetzung der Erdrinde und jener wenig tiefen Theile derselben, welche uns zugänglich sind. Nehmen wir das Wasser hinzu, von welchem sie in so großer Ausdehnung bedeckt wird, so sind es nur 13 Grundstoffe oder Elemente von den bis heute bekannten 66, welche einen großen Antheil an ihrer Zusammensetzung nehmen: Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Kohlenstoff, Chlor, Schwefel von den nichtmetallischen, Kalium, Natrium, Calcium, Magnesium, Aluminium, Silicium, Eisen von den metallischen. Die anderen Grundstoffe könnte man sich von der Erde wegdenken, ohne daß damit die Erdrinde, so wie wir sie kennen, irgend erheblich verändert würde. Aber diese 13 sind nothwendig. Rein, d. h. unverbunden mit anderen, kommt zwar von ihnen allen nur der Kohlenstoff in großen Mengen vor und höchstens noch der Schwefel. Die anderen aber treten massig nur in Verbindungen und zwar vorwiegend in mehrfach zusammengesetzten auf. Paarverbindungen wie Kieselerde (Silicium und Sauerstoff), Eisenoxyd (Eisen und Sauerstoff), Kochsalz (Natrium und Chlor) sind viel weniger verbreitet als Verbindungen mehrerer derartiger Grundstoffpaare und als mechanische Gemenge solcher Verbindungen von regelmäßig wiederkehrender Zusammensetzung.

Diejenigen festen Massen, welche entscheidenden Antheil nehmen an dem Aufbau der Erdrinde, nennt man *Gesteine*. Man wendet diesen Namen unbekümmert um die Form an, in welcher solche Massen auftreten. So nennt man in diesem Sinne das Eis und den Firn, welche meilenweite Decken über Gebirge hinbreiten, so den Sand und das Geröll, den Torf und die Braunkohle Gesteine. Den ebenso leicht mißzuverstehenden Namen „Gebirgsarten" gebraucht man in demselben Sinne.

Eine Eintheilung der Gesteine nach ihrer Entstehungsweise ist nicht scharf durchzuführen wegen unserer Unbekanntschaft mit der Entstehung einer ganzen Anzahl von denselben. Man wird als *eruptiv*, d. h. heiß aus dem Erdinnern hervorgequollen, bezeichnen dürfen die meisten krystallinischen, mit Sicherheit jedenfalls die Porphyre, Basalte, Trachite und Laven; als *metamorphisch*, d. h. durch Druck und Hitze verändert, einen Theil der krystallinischen Schiefergesteine; als

im Meere abgesetzt: Kalkstein; als in Seen abgesetzt: die meisten Schlammgesteine, wie Thon, Mergel; als Absatz fließender Gewässer: Geröllbildungen (Conglomerate) und viele Sandsteine; als Absatz von Luftströmen: Dünen; als eruptiv und in Wasser abgesetzt: die Tuffgesteine; als phytogen, d. h. aus Pflanzen entstanden: Kohlen, Torf, Treibholz, Modererde; als zoogen, d. h. durch Thiere gebildet: Kreide, Korallenkalk, Muschelbänke, Kieselguhr, Guano, Phosphorit.

Die wichtigsten Gesteine sind, geordnet nach den Klassen, Ordnungen u. s. f., die die Mineralogen ihnen anweisen, folgende: Erste Klasse: Krystallinische und massige Gesteine. I. Ordnung: Einfache Gesteine. 1) Eis; 2) Steinsalz, Gyps, Anhydrit, Kalkstein, Dolomit, Mergel; 3) Quarzit, Feuerstein, Süßwasserquarz, Guhr, Kieselschiefer; 4) Hornblendefels, Chlorit- und Talkschiefer, Serpentin; 5) die Eisensteine (Spatheisenstein, Magneteisenstein u. s. f.); 6) Torf, Braunkohle, Steinkohle, Anthracit, Graphit, Asphalt (Erdöl). II. Ordnung: Gemengte Gesteine. A. Massige Gesteine: 1) Granit, Porphyr, Pechstein, Syenit; 2) Diorit, Melaphyr, Diabas, Gabbro; 3) Quarztrachyt, Trachyt, Phonolith, Andesit, Obsidian, Perlstein, Bimsstein; 4) Dolerit, Basalt; 5) Greisen, Granatfels, Turmalinfels. B. Geschichtete Gesteine: Gneiß, Granulit, Glimmerschiefer, Urthonschiefer, Itacolumit. Zweite Klasse: Trümmergesteine (Gesteine, welche aus Zertrümmerung und Wiederablagerung älterer Gesteine hervorgegangen sind). 1) Lose Anhäufungen. A. Sand, Kies, Seifen, Grus, Gerölle, Geschiebe. B. Vulkanische Aschen und Sande. 2) Sandsteine (nach ihren Gemengtheilen in thonige, kalkige, bituminöse u. dgl. Sandsteine zu unterscheiden); Conglomerate (Grauwacke, Nagelflue, Puddingstein); Breccien. 3) Thongesteine. Kaolin; Thon, Lehm, Löß; Schieferthon; Thonschiefer. 4) Tuffe. Porphyrtuff (Thonstein); Grünsteintuff; Schalstein; Basalt- und Trachyt-Tuffe.

Nach ihrer geographischen Verbreitung sind die Gesteine wenig verschieden. Man hat längst die Ansicht aufgegeben, als ob die Tropen andere Gesteine haben müßten als die kalten Zonen; selbst Gold und Edelsteine sind in allen Zonen zu finden, nicht nur in Indien, wo das Alterthum

Digitized by Google

und das Mittelalter sie vor Allem suchten. In der That findet man fast alle Arten von Gesteinen in den verschiedensten Zonen und nur wenige besondere Varietäten zeigen bestimmte geographische Verbreitungsgebiete. Es sind solche, die von Pflanzen oder Thieren gebildet werden und damit mittelbar vom Klima abhängen, oder solche, die unmittelbar vom Klima abhängen. Zu jenen gehören Torf (kalte und gemäßigte Zone), neuer Korallenkalk (Tropen) und vielleicht echte Steinkohlen, die bis jetzt nicht in den Tropen gefunden zu sein scheinen; zu diesen die eiszeitlichen Drift-Ablagerungen der kalten und gemäßigten Zone und die nur in regen- und stromreichen Ländern möglichen großartigen Schlamm-Ablagerungen. In den größten, zusammenhängendsten Massen kommen Sandstein, Kalkstein, Granit und Gneiß (in flächenhafter Ausbreitung) und Schuttbildungen (Geröll, Sand ꝛc.) vor. Im Allgemeinen finden sich die Gesteine am gleichmäßigsten und weitesten verbreitet in der Ebene, am ungleichmäßigsten im Gebirge. Auch entspricht reicher vertikaler und horizontaler Gliederung im Allgemeinen große Verschiedenheit der Lagerung.

Die Geotektonik unterscheidet dreierlei Grundformen, in welchen die Gesteine den Aufbau der Erdrinde bewirken: 1) Schichten. Die wagrechte Ausbreitung überwiegt sehr stark die senkrechte, so daß Platten oder flache Ellipsoide entstehen. Ströme sind eine Art von Schichten, welche in einer Richtung viel ausgedehnter sind als in den anderen (Lavaströme, Schlammströme). 2) Als Stöcke bezeichnet man Gesteinsmassen von beträchtlicher Mächtigkeit bei nicht ebenso großer Ausbreitung. Sehr dicke Schichten oder verkürzte Ströme können als Stöcke erscheinen. 3) Gänge endlich sind Gesteinsmassen von großer senkrechter Ausdehnung, die ungleichmäßig Schichten durchsetzen, oft auch sich verästeln: Erzgänge.

Die häufigste Lagerungsform ist die Schichtung, welche Gesetz ist für alle Gesteine, die aus dem Wasser abgelagert sind. Auch Laven und Tuffe kommen häufig geschichtet vor. Ursprünglich liegen diese Schichten in der Regel wagrecht (söhlig) und die Unregelmäßigkeiten, welche wir an ihnen wahrnehmen, sind erst später eingetreten. Sie sind gebogen,

Digitized by Google

zerrissen, haben ihren ursprünglichen Parallelismus verloren u. s. f. Eine der bemerkenswerthesten Veränderungen ist die Verwerfung, welche dadurch entsteht, daß ein Theil einer Schicht oder einer Schichtenmasse in eine andere Höhenstufe versetzt wird, sei es durch Hebung oder Senkung.

Nach Allem, was im Vorangehenden und schon in früheren Abschnitten (VIII, IX) vom Bau der Erdrinde gesagt ward, ist es an dieser Stelle nicht nöthig, das aus mißverstandener Auffassung geologischer Lehren entstandene Vorurtheil zurückzuweisen, daß die Erdrinde gleichsam wie eine Zwiebel aus concentrisch um- und übereinander gelegten Schalen zusammengesetzt sei. Die Schichten der aus den Urmeeren auf die Erdrinde gleichsam niedergeschlagenen Gesteine sind selten auch nur 100 Meilen weit in Länge und Breite zu verfolgen. Sie sind vielmehr schuppen- oder schieferblättchenartig angeordnet und dazu noch an zahlreichen Punkten von durchbrechenden jüngeren oder jüngsten Ausbruchsgesteinen gestört. Soweit unsere Kenntniß vom Bau der Erdrinde heute geht, stößt man in einer großen Tiefe in der Regel auf krystallinische Gesteine der Gneiß-, Glimmerschiefer- oder Granitgruppe. Sie scheinen überall das gemeinsame Grundbett der geschichteten Gesteine zu bilden.

Von der Beschaffenheit und Lagerungsart der Gesteine hängt überall bis ins Einzelne die Bodengestalt einer Gegend und in hohem Grade auch die Bewässerungsweise derselben ab. Die Fruchtbarkeit, die Arten der Pflanzen und Thiere und selbst die Bewohnbarkeit einer Gegend für den Menschen werden durch sie beeinflußt. Die Art, wie sie von fließendem Wasser und anderen erodirenden Faktoren zerstört, weggeführt und wiederabgelagert werden (s. Abschn. XIX) übt gleichfalls erhebliche Wirkungen in derselben Richtung aus. Es ist daher die Lehre von den Gesteinen, wenn auch ihrem Wesen nach ein Zweig der Geologie, eine wichtige Hülfswissenschaft der Erdkunde.

Digitized by Google

XVII.

Das Meer.

Die Erscheinungsformen des Flüssigen. Die Meeresbecken. Tiefe. Bodenbeschaffenheit. Ablagerungen auf dem Meeresboden. Salzgehalt, Dichtigkeit und Farbe des Meerwassers. Verbreitung der Wärme im Meer. Meeresströmungen. Meereis. Wellenbewegung. Gezeiten. Wirbel. Unregelmäßige Schwankungen des Meeresspiegels. Kulturbedeutung des Meeres.

Wir haben im XI. Abschnitt die „vier Elemente" des Erdaufbaues schichten- oder schalenförmig um- und übereinander sich ordnen sehen und haben gefunden, daß auf das im Innern wohnende Feuer das Feste folgt und daß, diesem auf- und eingebettet, das Flüssige sich anschließt, welches seinerseits dann vom Luftförmigen umgeben wird. Dem Feuer gehört das Erdinnere, dem Festen die Erdrinde, dem Flüssigen der größte Theil der Erdoberfläche an, und das Luftförmige bildet die atmosphärische Hülle, welche um die drei sich legt. Aber keines ist streng vom anderen getrennt. So wie das feurige Erdinnere die Erdrinde anschmilzt und zeitweise auch an die Erdoberfläche hervorzuckt, so dringt das Flüssige einerseits in die Tiefe, hebt sich andererseits in Dampfform in die Luft und nimmt sogar feste Gestalt an, in welcher es ganz wie ein anderes Felsgestein auf oder in der Erdrinde lagert. Alle aber durchdringt die Luft, die allgegenwärtige und allbewegliche.

Nachdem wir Erdinneres und Erdrinde kennen gelernt, bleibt uns nun, in der Reihe weitergehend, die Aufgabe, das Flüssige in allen jenen Erscheinungen und Wirkungen zu betrachten, welche dem Gebiete der Erdkunde gehören. Zwar werden wir eine seiner Formen, die des Dampfes, für die Betrachtung des Luftkreises aufsparen, dem dieselbe fast ausschließlich angehört und mit dessen Zuständen sie aufs Innigste verknüpft ist; es werden uns aber in der flüssigen und der

Digitized by Google

festen Form genug merkwürdige und folgenreiche Erscheinungen gegenübertreten. Nur werden diese beiden nicht streng zu sondern sein, weil unter dem Einfluß bestimmter Umstände der Uebergang vom Flüssigen zum Festen und umgekehrt sehr leicht stattfinden kann. Wir werden dem Eise ebensowohl im Meere als in den Flüssen und den Seen begegnen, und nur in einer von seinen Erscheinungen, der der Gletscher, bewegt sich das Flüssige von Anfang bis zu Ende in der Form des Starren, die aber doch insofern nur Schein und im Grunde nicht aus dem Wesen des Flüssigen heraustretend ist, als das Eis des Gletschers langsamflüssig und formbar, und damit immer noch weit entfernt bleibt von der Starrheit des eigentlich und dauernd Festen auf der Erde.

Eine große Masse Wasser bedeckt, wie wir gesehen, als Meer die Erdoberfläche und zwar nimmt dieses gegen drei Viertheile derselben und vielleicht noch mehr ein. Dieses Wasser, dessen Masse auf 1284 Millionen Cubik-Kilometer geschätzt wird, steht in einem tiefen und weiten Becken, dessen Boden die tiefsten Stellen der Erdoberfläche in sich faßt. Es wird von Bewegungen verschiedener Art in demselben umhergetrieben, aber es verläßt dieses Becken nicht anders, als indem es sich in Dampfform in die Luft hebt. Aehnliche Vertiefungen, welche von in ihnen verweilendem Wasser ausgefüllt sind, gibt es nur in geringer Zahl und Größe auf der Erde und meistens führen sie in ihrer Entstehung auf das Meer zurück. Man kann sowohl das Meer als sie zusammenfassen als *Verweilendes Wasser*. Ihnen entgegengesetzt ist das *Fließende*, das von den höheren Theilen der Erdoberfläche, wohin die Wolken es getragen haben, nach diesen vertieften Becken abfließt. Es deckt in denselben den Verlust, welcher durch die Verdampfung entsteht. Alle Ströme, Flüsse, Bäche, Quellen, sammt den in ihren Lauf eingeschalteten Seen gehören dazu und auch die Gletscher sind im Grunde als fließendes, wenn auch höchst langsam fließendes Wasser zu betrachten. Ein endloser Kreislauf hebt das Wasser des Meeres in Dunstform in die Höhe, läßt es als Schnee, Regen, Thau u. s. w. fallen, worauf es theils in, theils auf der Erde wieder zum Meere und den anderen Vertiefungen abfließt.

Digitized by Google

Zuerst nun das Meer, dessen Umrisse wir kennen.

Die Tiefe der Meeresbecken geht, wo sie am größten, bemerkenswerther Weise nicht hinaus über die größte Höhe der Gebirge auf der Erde. Es entsprechen die tiefsten Einsenkungen ungefähr den höchsten Erhebungen. Die größte bis heute mit zuverlässigen Werkzeugen gemessene Tiefe, welche in 44° 55′ n. B. und 152° 26′ w. L., also im nördlichen Stillen Ocean südöstlich von Kamtschatka, bestimmt ist, beträgt 8513 Meter, während die Höhe des höchsten Berges der Erde, des Gaurisankar, 8840 Meter erreicht. Die größten Tiefen, die man jetzt in anderen Meeren kennt, sind folgende: 7086 Meter im Nordatlantischen Ocean bei 19° 41′ n. B. und 65° 7′ w. L., 6006 Meter im Südatlantischen Ocean bei 19° 55′ s. B. und 24° 50′ w. L., 5422 Meter im südlichen Stillen Ocean bei 36° 21′ s. B. und 153° 8′ w. L., 5523 Meter im Indischen Ocean bei 16° 11′ s. B. und 117° 32′ ö. L. und 4846 Meter im nördlichen Eismeer bei 79° n. B. und 2° w. L. Die viel größeren Tiefen, in einer Messung bis 15,180 Meter hinabreichend, welche früher angegeben wurden, haben sich durch keine der neueren Messungen bestätigt gesehen. Man kann überhaupt sagen, daß erst durch die Forschungsreisen des englischen Schiffes „Challenger" (1872—76), des deutschen „Gazelle" (1874—76) und des nordamerikanischen „Tuscarora" (1874—76) die Tiefseemessungen auf einen festen wissenschaftlichen Boden gestellt worden sind. Man hat es also hier mit einem sehr jungen Zweige unserer Wissenschaft zu thun und es wird daher begreiflich sein, wenn alles, was über die Tiefenverhältnisse des Meeres gesagt werden kann, nur einen gewissen allgemeinen und zurückhaltenden Charakter hat. Die größten Tiefen, die wir eben angegeben, sind Einzelthatsachen, welche nichts aussagen über die mittlere Tiefe und die allgemeinen Tiefenverhältnisse der Oceane. Die mittlere Tiefe verschiedener Oceane hat man zu bestimmen gesucht einmal durch die Zusammenstellung und den Durchschnitt der Einzelmessungen für die möglichst verschiedenen Punkte und dann durch die Messung der Geschwindigkeit, mit welcher Erdbebenwellen durch Meere hindurch fortschritten. Indem diese Geschwindigkeit verschieden je nach der Größe der Wassermasse, durch welche sie sich fortpflanzt, erlaubt sie

Digitized by Google

einen Schluß auf die letztere und damit auf die Tiefe. Beide Methoden haben natürlich nur Annäherungsgrößen ergeben können. Auf dem letzteren Wege (s. o. S. 90) hat man für die Tiefe des Stillen Meeres gefunden in der Richtung Arica-Hilo 2882, Arica-Rapa 1933, Arica-Lyttelton 1473 Faden. Durch Vergleich der vorhandenen Tiefenmessungen ist man zu der Zahl von 1800 Faden oder 3438 Meter für die Tiefe dieses Meeres gekommen. Diese Zahl ist nicht unwahrscheinlich, soweit wir aus den verhältnißmäßig wenig ausgedehnten Tiefenmessungen schließen können, welche bis jetzt vorhanden sind, aber sie kann nur Anspruch auf annähernde Richtigkeit machen. Sie genügt indessen vollauf, um die wichtige Thatsache festzustellen, daß die Durchschnittstiefe der Meere weit größer ist als die Durchschnittshöhe des festen Landes.

Aus möglichst zahlreichen Tiefenmessungen ergibt sich die Form des Meeresbodens und ganz besonders die Art und Weise des Ueberganges oder Abfalles von den Festlandmassen zu den Meerestiefen. Hinsichtlich des letzteren haben sich zwei Grundthatsachen gefunden, welche durch weitere Messungen nicht mehr zu verändern sein werden: 1) Die Landmassen erheben sich wie Tafelländer mit steilen Abhängen aus der Tiefe des Meeres, so daß scharf abgegrenzt die großen Erhebungen (Landmassen) und Einsenkungen (Meere) an der Erdoberfläche neben einander liegen. Die Entfernung des Randes des eigentlichen Meeresbeckens von der Meeresküste ist natürlich an Steilküsten geringer als an Flachküsten. 2) Eine Anzahl von Binnenmeeren gehört durch ihre geringe Tiefe zu den Landmassen, in deren Nähe sie sich finden und denen sie durch verhältnißmäßig geringe Schwankungen wiederum angegliedert werden könnten. Was die Formen des Meeresbodens anbelangt, so steht außer Zweifel, daß der Grundzug derselben das Abgeflachte, Vermittelte, Verschwimmende ist, wie man voraussehen kann bei der beständigen Zufuhr von feinzertheilten festen Stoffen aller Art, welche theils von den Festländern abgespült, theils von den meerbewohnenden Pflanzen und Thieren erzeugt werden, und welche alle kleinen Unebenheiten auszugleichen streben, so daß zuletzt nur noch die größten Unterschiede bestehen bleiben.

Digitized by Google

Es steht ferner außer Zweifel, daß die tiefsten Theile der Meeresbecken häufig nicht in der Mitte derselben, sondern gegen die Ränder zu liegen. Und endlich hat jedes einzelne Meer ebenso sehr seine eigenartigen Bodenformen, wie jede Landmasse sie hat.

Uebersehen wir kurz die Bodenformen der großen Meere. Der Atlantische Ocean (Fig. 17), den man am besten kennt — hat doch seine Bodengestalt durch die Kabellegungen, die ihn 6 Mal in der ganzen Breite zu kreuzen hatten, sogar eine sehr eindringliche praktische Wichtigkeit gewonnen — läßt zwei große, breite, tafellandartige Erhebungen und zwischen ihnen drei tiefere Becken erkennen. Eine Bodenschwelle zieht von Europa nach

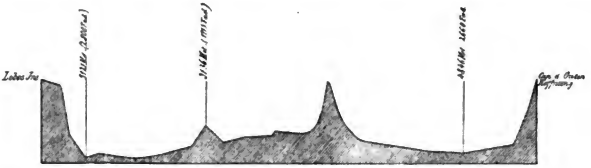

Fig. 17. Der Boden des südatlantischen Oceans zwischen den Lobos-Inseln und dem Kap der Guten Hoffnung.
Länge und Tiefe = 1200 : 1.

Island und bildet die Grenze zwischen dem Atlantischen Meere und dem nördlichen Eismeer. Eine zweite zieht von dieser südwärts und ist verfolgt worden bis zum 40.° s. B., d. h. soweit genügende Messungen reichen; sie liegt 1800 bis 4008 Meter unter der Oberfläche und Theile von ihr sind das schon in den fünfziger Jahren gelegentlich der Kabellegungen entdeckte „Telegraphenplateau" zwischen Irland und Neufundland, sowie die „Dolphin-Schwelle" (Dolphin-Rise, nach dem Aufnahmsschiff Dolphin so genannt); dieser ganze Höhenzug theilt mit dem Becken des Atlantischen Meeres die S-Form und verschmälert sich gleich ihm in der Aequatorial-Region. Endlich zweigt etwa unter 10° n. B. von ihm eine Erhebung ab, welche gegen Kap Orange zu an der südamerikanischen Küste läuft. Eine vierte kleinere Erhebung verbindet Madeira mit der portugiesischen Küste. Durch die drei ersteren

Digitized by Google

großen Bodenschwellen werden drei Becken im Atlantischen Ocean abgetheilt: Eine lange Rinne von Irland bis zum Kap der Guten Hoffnung mit 4—5000 Meter Tiefe, ein Nordwestbecken zwischen Azoren, Bermudas und Antillen mit 5—6000 Meter Tiefe und ein mit dem südlichen Eismeer in offener Verbindung stehendes Südostbecken an der Ostküste Südamerika's mit 5—6000 Meter Tiefe. Einige Inselgruppen und Inseln, fast alle vulkanisch, erheben sich auf den verschiedenen Höhenzügen des atlantischen Meeresbodens, aber im Ganzen ist der Boden des Atlantischen Meeres von großer Einfachheit des Baues, wie eben schon in der Inselarmuth desselben sich ausspricht.

Das Stille Meer bietet eine viel mannigfaltigere Bodenbeschaffenheit als das Atlantische. Eine größere Anzahl bedeutender Depressionen, die bis über 5000 Meter hinausgehen, ist über seinen weiten Raum hin vertheilt, und zwischen ihnen erheben sich Bodenschwellen, die bald rein unterseeische Höhenrücken darstellen, bald von Inselgruppen gekrönt sind. Die Bodengestalt des Beckens des Stillen Meeres zwischen der amerikanischen Seite und den Hawaï-Inseln kann einem steilwandigen Becken mit ziemlich ebenem Boden verglichen werden. Eine Reihe von sieben Erhebungen, welche mit Tiefen von 5000 Meter abwechseln, zieht von dieser Inselgruppe nach Japan. Nördlich von derselben liegt bei den Kurilen die tiefste Einsenkung von mehr als 8000 Meter. Von hier wiederholen sich an der asiatischen Seite die Senkungsstellen in dem Chinesischen Meer, der Molukkensee, Sulusee u. a. und in der Regel sind diese tiefen Becken rings von Bodenschwellen eingefaßt. In der Mitte des südlichen Stillen Oceans verbindet eine Erhebungsfläche alle Eilande zwischen den Gesellschafts-Inseln und der patagonischen Küste mit der letzteren. Aber ein tiefes und breites Thal scheint von Neuseeland nach dem südlichsten Südamerika zu ziehen, während jenseits nach dem südlichen Eismeer zu der Meeresboden zu einer Erhebung ansteigt, von welcher man glaubt, daß sie unter dem 60.° s. B. rings um die Erde ziehe.

Im Indischen Ocean liegt ein unterseeisches Tafelland zwischen 35° und 55° s. B. und zwischen dem Kap der Guten Hoffnung; es erreicht durchschnittlich 2700 Meter unter dem

Digitized by Google

Meeresspiegel und ihm sind die vulkanischen Inseln des südlichen Indischen Oceans von S. Paul bis zur Macdonald-Gruppe aufgesetzt. Dagegen liegt ein Hauptbecken von 3500—4500 Meter vom Kap der Guten Hoffnung bis in die Ecke zwischen der Sundakette und Nordwest-Australien. Ein tiefer Kanal trennt Australien von Neuseeland und zieht um das Südende von Tasmanien und Australien. Flachere Stellen sind der bengalische und persische Meerbusen und das Rothe Meer.

Von den beiden Eismeeren ist hinsichtlich der Bodengestalt nur das nördliche einigermaßen bekannt. Es ist ein von den asiatischen und amerikanischen Ufern flach abfallendes Becken, welches seine größte Tiefe in einer breiten Rinne findet, der „Eismeersenke" zwischen Norwegen und Island und Spitzbergen und Grönland, von der ein Arm nach den Shetland-Inseln sich herüberstreckt. Die wenigen Messungen, welche wir aus dem südlichen Eismeere kennen, lassen annehmen, daß dasselbe an mehreren von einander entlegenen Punkten von gleichmäßig geringer Tiefe sei.

Die Mehrzahl der halb geschlossenen Meeresabschnitte gehört den seichten Strecken an. So messen mit Ausnahme einiger weniger tieferen Stellen die ganze Nord- und Ostsee, das Adriatische Meer, der Persische Meerbusen und das Gelbe Meer nirgends mehr als 500 Meter. Im Mittelmeer dagegen finden sich sowohl in der westlichen als östlichen Hälfte und im Schwarzen Meer Tiefen, welche noch 1000 Meter übersteigen. So ist z. B. im Jonischen Meer eine Tiefe von 2170 Faden. Bemerkenswerth sind die Tiefenverhältnisse der Nordsee, welche in der Mitte zwischen Whitby und Jütland auf 14 Faden sinkt, um dagegen in einem schmalen Streifen an der norwegischen Küste nördlich vom Kap Skagen 400 Faden zu erreichen. Wenig nördlich von den Shetland-Inseln beginnt der Atlantische Ocean sofort mit gegen 500 Faden Tiefe.

Wenn die Bodenformen des Meeres schon weit sich entfernen von denen des trockenen Landes, so läßt ein noch weiter gehender Unterschied in der Bodenbeschaffenheit sich erwarten. Ebenso weit wie die stoffliche Zusammensetzung des Meerwassers von der der Luft, die Wirkungen beider

Digitized by Google

auf ihre Unterlage, und das Meeresthier- und -pflanzenleben von dem am Lande abweichen, ebenso groß muß der Unterschied der dauernden Gebilde, welche am Meeresgrund sich ablagern, von denen des Landes sein. Die leitenden Thatsachen in der Bodenbeschaffenheit der Meeresbecken sind folgende: Sehr selten und dann nur an unterseeischen Vulkanen oder Korallenriffen tritt Felsgestein in die Zusammensetzung des Meeresbodens ein; lockere, in der Regel sehr zarte, feinkörnige, schlammartige Ablagerungen bedecken den Meeresboden in weitester Erstreckung; in sehr großen Gebieten setzen diese Ablagerungen sich fast ausschließlich aus den Kalkschalen kleinster Organismen (Foraminiferen, Löchertrager, wegen der Durchbohrung ihrer Schalen mit Tausenden von Poren, durch welche wurzelfaserartig die weiche Körpermasse sich durchdrängt, und Radiolarien, Strahlthiere, so genannt wegen der oft bis zum Krystallinischen regelmäßigen Strahlenordnung ihrer Gehäustheile) zusammen, in anderen walten feine rothe Thone vor; die Ablagerungen der von den Küsten abgebröckelten oder durch Flüsse ins Meer geführten Stoffe ist räumlich eine sehr beschränkte, der Schlamm des mächtigsten Stromes der Erde, des Amazonenstromes, wird z. B. nicht über 40 geographische Meilen weit über den Meeresgrund hin verstreut; endlich kann noch hervorgehoben werden, daß die untermeerischen Strömungen in der Regel keinen merklichen Einfluß auf die Zusammensetzung des Meeresbodens ausüben; an dem atlantischen Rande Nordamerika's mit seiner unzweifelhaften Tiefströmung ist die Zusammensetzung des Bodens aus vorwaltendem Globigerinenschlamm keine andere als da, wo solche Strömungen fehlen. Es scheint also in der Tiefsee eine außerordentliche Ruhe zu walten, welche nur durch die vulkanischen Bewegungen und durch Erd- oder Seebeben an einigen Stellen und für kurze Fristen gestört wird. Daß alle Ablagerungen am Meeresboden nicht unerhebliche Veränderungen erleiden durch Einwirkung des Meerwassers und des Druckes, ist selbstverständlich.

Von den einzelnen Bestandtheilen der Meeresböden bleibt Folgendes zu sagen: Die Küstenablagerungen setzen sich vorwiegend aus grauen und blauen Thonen zusammen. Gerölle in größerer Zahl, Sand, Augitkrystalle u. dgl. sind

Digitized by Google

ihnen nur in der Nähe von Vulkanregionen beigemengt. Auch Stücke von Braunstein werden in dieser vulkanischen Schlammart gefunden, welche bei den Hawai-Inseln bis 50 geographische Meilen seewärts angetroffen wird. Rothe Schlamme als Küstenablagerungen sind minder häufig. Man findet sie an der Ostküste Südamerika's, wo die Ströme vorwiegend ockerartiges Material führen. Zu diesen Ablagerungen gehört auch der Korallenschlamm, welchen man aus 4000 Meter Tiefe emporgehoben hat. Der Globigerinenschlamm ist weit verbreitet; ganz zu fehlen scheint er nur im Stillen Ocean südlich von 50° s. B. und nördlich von 10° n. B. Einzelne Globigerinen sind geradezu allverbreitet. Der echte Globigerinenschlamm setzt sich sehr vorwaltend und oft genug sogar ausschließlich aus ihren Kalkschalen zusammen und findet sich in Tiefen von 400—5300 Meter. An seiner Oberfläche erkennt man noch die einzelnen Organismen, aber nach der Tiefe zu wird er amorph, kreideartig. Der Radiolarienschlamm, welcher ganz oder vorwiegend aus den Kieselgehäusen einer größeren Anzahl von Radiolarien-Arten besteht, ist weniger verbreitet, bedeckt aber doch immerhin Räume von sehr weiter Ausdehnung. Man findet ihn in Tiefen zwischen 4000 und über 8000 Meter. Am häufigsten ist er in den äquatorialen Theilen des mittleren und westlichen Stillen Meeres. Einzelne Radiolarien fehlen aber keinem Theile des Meeresbodens. Dasselbe gilt von den Diatomeen, kieselpanzerigen Algen, von denen zusammenhängende Ablagerungen im südlichen Indischen Ocean gefunden sind. Was man aber von dem Vorhandensein eines über viele Tausende Quadratmeilen, ja vielleicht über den ganzen Meeresboden sich ausdehnenden niedrigsten Schleim-Organismus, des Bathybius, sagte, beruht auf falsch geführten und mißdeuteten Untersuchungen. Thonmassen, meist roth, oft auch grau gefärbt, sind von der weitesten Verbreitung am Meeresboden in allen großen Tiefen. Man zweifelt, ob sie zersetzten Gesteinen, vorwiegend vulkanischen, oder zersetzten Organismenschalen wie Globigerinen u. dgl. ihren Ursprung danken. Auffallenderweise ist Braunstein ein in den rothen Thonen so weit verbreiteter Stoff, daß er nicht selten geradezu die Hälfte derselben ausmacht. Allgegenwärtig ist in diesen Thonen, wie

Digitized by Google

in geringerem Grade in allen Tiefseeablagerungen, der Bimsstein. Grauer Thon erfüllt die Tiefe aller jener rings umschlossenen Senkungen, wie sie in der Molukkensee, Chinasee und anderen Theilen des Indischen und Stillen Oceans vorkommen.

Aus den hier zusammengestellten Thatsachen läßt sich folgern, daß an der Bildung und Fortbildung des Meeresbodens der größte Antheil zukommt gewissen mikroskopischen Schalen-Organismen, dann den vulkanischen Auswurfstoffen. Beide sind von großer Gleichmäßigkeit, vorwiegend schlammig und in Folge dessen zu flächenhafter und einhüllender Ausbreitung geneigt, beide erleiden chemische und physikalische Veränderungen, nachdem sie abgelagert sind, aber sehr wenige Störungen ihrer Lagerungsverhältnisse. Ihre Tendenz geht darauf hin, alle Unebenheiten des Meeresbodens abzugleichen, gleichsam eine Decke über dieselben zu ziehen.

Im Meeresboden haben wir schon die Beschaffenheit des flüssigen Inhaltes dieser riesigen Becken, des Meerwassers, gestreift, denn ein großer Theil der Bestandtheile dieses Bodens stellt Ausscheidungen aus dem Meerwasser dar. Man bezeichnet die Haupteigenthümlichkeit desselben, wenn man es kurzweg „Salzwasser" nennt, denn eine Anzahl von Salzen, die in ihm aufgelöst sind, ertheilen ihm die andere Zusammensetzung, die größere Dichtigkeit, die schwerere Gefrierbarkeit und andere Eigenschaften, durch welche es von dem gewöhnlichen oder „süßen" Wasser sich unterscheidet.

Diese festen Bestandtheile betragen im Wasser der großen Meere 3,2—3,7 %, sie sinken aber in denjenigen Meeren, deren Verbindung mit dem Weltmeer enge ist und welche zugleich reichen Zufluß von Süßwasser empfangen. Im Schwarzen Meer betragen die festen Bestandtheile 1,7 %, in der Ostsee sogar nur 0,6 %, während hart daneben die Nordsee 3,4 % hat. Ueberall ist aber unter denselben vorwaltend das Kochsalz (Chlornatrium), welches ungefähr $^3/_4$ von ihnen ausmacht. Daneben sind noch Gyps (schwefelsaurer Kalk), Bittersalz (schwefelsaure Magnesia) und schwefelsaures Kali in beträchtlicheren Mengen vertreten. Geringfügiger ist der Gehalt an Chlorcalcium, Glaubersalz (schwefelsaures Natron), kohlensaurem Kalk und kohlensaurer Magnesia. Jod-

Digitized by Google

und Bromsalze finden sich in sehr kleiner Menge, erreichen aber eine gewisse Wichtigkeit dadurch, daß sie in Seepflanzen sich ansammeln, aus welchen sie dann im Großen gewonnen werden. Außerdem kommen sie nur in gewissen Mineralwassern in beträchtlicheren Mengen vor.

Neben diesen festen Bestandtheilen sind noch die gasförmigen von Wichtigkeit. Der durchschnittliche Gasgehalt wird auf 2,8 Volum-Procente angegeben, und davon sind an der Oberfläche 54 % Stickstoff, 25 % Sauerstoff und 21 % Kohlensäure. Nach heftigen Stürmen vermehrt sich der Sauerstoff auf Kosten der Kohlensäure, wogegen diese letztere in den Tiefen zunimmt. Hier finden sich nämlich durchschnittlich 53 % Stickstoff, 19 % Sauerstoff und 28 % Kohlensäure. Es findet aber diese Veränderung nicht im Verhältniß zur Tiefe statt, sondern der Kohlensäurereichthum scheint überall den Wasserschichten eigen zu sein, welche unmittelbar dem Boden aufruhen und vielleicht hängt er zusammen mit dem Reichthum des Thierlebens, das am Meeresboden in vielen Theilen sich findet.

Eine Folge des Salzgehaltes des Meerwassers ist seine größere Dichtigkeit. Das specifische Gewicht des Wassers des Mittelmeeres (das Gewicht eines Raumtheiles des betreffenden Meerwassers verglichen mit einem gleichen Raumtheil reinen Wassers) ist 1,029, von äquatorialen Meeren 1,027, des Atlantischen Oceans 1,026, des Nördlichen Eismeeres 1,026, des Schwarzen Meeres 1,014, der Ostsee 1,004. Indessen ist diese Dichtigkeit ebenso wie der Salzgehalt örtlichen Störungen unterworfen, sei es durch Zufuhr von Süßwasser aus den Festländern, durch Treibeis, Eisberge oder dauernde Regen, sei es durch Gefrieren, wobei nur das reine Wasser gefriert, die Salze aber zurückbleiben, sei es durch Verdunstung. Dieß alles sind Ursachen von Gleichgewichtsstörungen, welche mitwirken an den Bewegungen, welche innerhalb des Meeres sowohl in der Tiefe als an der Oberfläche stattfinden.

Die Klarheit und Farbe des Meerwassers ist theilweise gleichfalls von seiner Zusammensetzung abhängig, wiewohl die ursächliche Beziehung zwischen beiden nicht nachgewiesen ist. Jedoch scheint darauf die Thatsache hinzudeuten,

Digitized by Google

daß das wärmere und etwas weniger dichte Wasser des Golfstromes sich durch seine tiefe Bläue von dem es umgebenden Wasser des Atlantischen Oceans abheben soll, ebenso wie die Streifen wärmeren Wassers im nördlichen Eismeer schon an ihrer blauen Farbe inmitten des hellen Grünes des kälteren Eismeerwassers zu unterscheiden sind. In dünnen Schichten farblos, ist das Meerwasser gleich dem Süßwasser in dickeren grün oder blau. Grün ist es überall, wo ein heller Grund durchschimmert. Tintenschwarz erscheint es bei graubedecktem Himmel und großer Tiefe. Rothe und braune Färbungen werden ihm auf weite Strecken hin durch kleine Organismen (Radiolarien) ertheilt und nach neueren Untersuchungen scheint auch die grüne Farbe des Eismeerwassers durch eine Fülle kleiner Organismen bewirkt zu sein, welche hart daneben in den blauen wärmeren Wasserstreifen fehlen. Namen wie Rothes, Schwarzes, Purpur-Meer u. dgl. sind nicht wissenschaftlich begründet. Die Klarheit des Meerwassers läßt Gegenstände am Boden bis 150 Meter Tiefe erkennen und aus 300 Meter noch heraufschimmern. Trübungen sind nur sehr örtlich zu beobachten: gelbliche durch Abschlämmung erdiger Ufer, weiße durch Zertrümmerung von Korallenkalk.

Die Wärmevertheilung ist abhängig von der Besonnung, der geringen wärmeleitenden Fähigkeit des Wassers und von den Bewegungen, welche durch Wärmeunterschiede in dem Wasser erzeugt werden. Die Wärme der Sonnenstrahlen läßt in den tropischen Gegenden die Meeresoberfläche sich bis 32° erwärmen, während in den Polarmeeren bis zu — 3° gemessen werden, aber sie macht sich nicht über 200 Meter Tiefe hinaus geltend; unterhalb dieser Grenze ist die Sonnenwärme nicht unmittelbar wirksam in der Vertheilung der Temperaturen, welche dort herrschen. Dieselben nehmen in allen Meeren erst rasch, dann langsamer ab, bis sie auf + 4° C. gesunken sind und diese Grenze wird in der Tiefe von 730—1100 Meter erreicht. Es ist bemerkenswerth, daß diese Temperatur keineswegs regelmäßig in den kälteren Meeren früher erreicht wird als in den wärmeren; die Besonnung hat damit weniger zu thun als die Wechselbewegungen des kalten und warmen Wassers. Von + 4° an nimmt dann die Wärme noch viel langsamer

Digitized by Google

ab, bis sie am Boden auf 2—0°, in den Eismeeren sogar bis — 2,5° herabsinkt. Die Bodentemperaturen schwanken demnach zwischen + 2° und — 2,5°, während die der Oberfläche des Meeres ihre Spielweite zwischen + 35° und — 3° haben. Diese Bodentemperaturen sind niedriger, als man aus den bekannten niedersten Oberflächentemperaturen annehmen würde und man muß ihre Ursache irgendwo außerhalb des Bezirkes suchen, wo sie gemessen werden. Einen ersten Fingerzeig gibt die Thatsache, daß in jenen Meeren, welche offene Verbindung mit dem Eismeer besitzen, die Wärme am Boden und in den darüberliegenden Schichten geringer ist, als sie sein sollte; und je tiefer und freier diese Verbindung, desto niedriger sind dort die Boden- und Tiefentemperaturen. So erklärt sich eine der Hauptthatsachen der Temperatur-Verbreitung in den Meerestiefen, daß nämlich die südlichen Meere in der Tiefe kälter sind als die nördlichen: sie besitzen die freiere Verbindung mit dem südlichen Eismeer. Es müssen langsam in der Tiefe vorrückende Kaltwassermassen sein, welche diese Verhältnisse bewirken.

Im Einzelnen können Ausnahmen von diesen allgemeinen Regeln eintreten, aber dieselben sind beschränkt und bestätigen nur die Schlüsse, welche man aus diesen Regeln gezogen. So kommt es in den Eismeeren vor, daß die Wärme des Wassers an der Oberfläche und bis gegen 100 Meter Tiefe geringer ist als die der tieferen Schichten. Aber dieß wird nur durch das Schmelzen des Eises erzeugt, welches kälteres, aber zugleich salzärmeres und damit leichteres Wasser liefert. Im Mittelmeer herrscht in den größten Tiefen (3110 Meter im östlichen Theil) noch eine Wärme von 13°,6, entsprechend der mittleren Wintertemperatur dieser Gegenden. Woher anders diese bemerkenswerthe Ausnahme von der oben angegebenen Regel der Wärmeabnahme nach der Tiefe als von der Abschließung des Mittelmeeres in 220—400 Meter Tiefe durch eine Bodenschwelle zwischen Trafalgar und Kap Spartel? Aehnliches findet sich in den gleichfalls abgeschlossenen Becken des Rothen Meeres. Selbst im Stillen Ocean sind die rings abgeschlossenen Senken von ganz anderer Temperatur als ihre Umgebungen. In der Sulusee z. B. reicht bis zum Boden, 4700 Meter tief, eine Wärme von wenig über 10°,

Digitized by Google

was sich einfach daraus erklärt, daß ringsum Bodenschwellen sich aufbauen, welche gerade bis in die Höhe reichen, wo die Wärme des Stillen Oceans nur 10° beträgt. Außerhalb dieser Senke sinkt aber dann die Temperatur der Regel entsprechend bis auf oder nahe 0°. Man sieht aus diesen Fällen, daß da, wo die offenen Verbindungen fehlen, welche kaltem Polarwasser in der Tiefe freien Zugang gestatten, die Temperatur der Tiefe entweder der mittleren Wintertemperatur oder der Wärme der Wasserschicht entspricht, welche mit diesem abgeschlossenen Becken noch im Zusammenhang zu stehen vermag.

Zu dem Schluß, daß die sehr niederen Temperaturen der Tiefsee auf einfließendes Polarwasser zurückzuführen seien, führen auch folgende Thatsachen. Zwischen den Shetland-Inseln und den Faröern befindet sich eine Gegend der Meerestiefe, welche kälter als die umgebenden Meerestheile (s. o. S. 187), und in ihr findet man Temperaturen von — 0,3 bis — 1,3°, während ringsum in tieferen Meerestheilen nur + 6° gefunden werden. Dieser kalte Streifen läßt sich zum Eismeer verfolgen und hat auch eine arktische Fauna. Man findet nicht bloß sehr niedrige Bodentemperaturen selbst unter dem Aequator, sondern das kalte Wasser der Tiefe steigt hier oft viel näher an die Oberfläche heran, als in nördlicheren Regionen. So findet man im Atlantischen Ocean bei den Azoren den Wärmegrad 4,4 bei ungefähr 1600 Meter; während am Aequator man ihm schon bei 450 begegnet. Ueberhaupt sind die sogenannten Meeresisothermen d. h. die Linien gleicher Wärme im Nordatlantischen Ocean der Oberfläche weniger nahe als unter dem Aequator und im Südatlantischen Ocean. Man erklärt diese Thatsache dadurch, wie schon oben erwähnt, daß aus dem weit offenen südlichen Eismeer eine mächtige kalte Wassermasse in der Tiefe nach Norden vordringt. Aehnliche Erscheinungen treten im Stillen Ocean hervor. Die Temperaturen am Meeresboden sind im südlichen Stillen Meer etwas niedriger als im nördlichen; dasselbe gilt für die Wärme der obersten 400 Meter. Gleichfalls sind hier wie im Atlantischen Ocean die oberen Wasserschichten bis etwa 800 Meter wärmer in den westlichen als in den mittleren und östlichen Theilen, während zugleich

Digitized by Google

die tiefen Temperaturen geringer sind in jenem als in diesen.

Schon um diese Massenbewegung in den tieferen Schichten zu compensiren, werden in den höheren und an der Oberfläche gleichfalls Bewegungen und zwar im entgegengesetzten Sinne stattfinden müssen, d. h. es wird zum Ersatz des aus den Eismeeren in äquatorialer Richtung abgeflossenen Wassers aus den äquatorialen Regionen in polarer Richtung Wasser sich bewegen müssen. Es werden aber außerdem die Wassermassen an der Oberfläche wegen der großen Wärmeunterschiede, die ihnen innewohnen, und dann auch zur Ausgleichung von Unterschieden der Dichtigkeit, welche durch Verdunstung einerseits, durch Eisschmelze und reichliche Niederschläge andererseits sich in ihnen entwickeln, oberflächliche Bewegungen zwischen verschiedenen Meeren und Meerestheilen sich vollziehen. Und ihnen werden häufig noch Bewegungen sich gesellen, welche durch anhaltende Winde erzeugt werden. Diese Bewegungen, welchen also sehr verschiedene Ursachen zu Grunde liegen, geben der Erscheinung der Meeresströmungen Ursprung, in denen wir eine der großartigsten und zugleich folgenreichsten Thatsachen im Bereich des Flüssigen auf der Erde erkennen. In jedem Meere finden an der Oberfläche Bewegungen in einer oder der anderen Richtung statt, aber nur in gewissen Theilen jedes Meeres erlangen dieselben eine solche Stärke, daß sie deutlich als Strömungen zu erkennen sind, als „Flüsse im Meer", wie man sich übertreibend ausgedrückt hat. Unterschiede in der Wärme ihres Wassers von dem der Umgebung helfen dazu, sie schärfer zu begrenzen. Indem man diese deutlichen Bewegungen auf weite Strecken hin verfolgt, findet man, daß sie sich verzweigen und die verschiedensten Richtungen einschlagen, und ein Theil von ihnen biegt sich unabänderlich auf den Punkt zurück, von dem sie ausgegangen sind. Es genügt, eine Strömungskarte zu betrachten, um große Kreise zu erkennen, welche auf diese Weise von den strömenden Bewegungen beschrieben werden. Und zwar findet man in den beiden Hauptmeeren einen solchen Strömungskreis jeweils nördlich und südlich vom Aequator, während im Indischen Ocean sich nur südlich vom Aequator einer entwickelt. Es ist wahrscheinlich, daß das Vorkommen

Digitized by Google

von Sargasso oder sog. Tangwiesen, d. h. von tangerfüllten Meeresstrecken, deren eine zwischen den Kap Verdischen Inseln und den Bermudas 60,000 Quadratmeilen umfaßt, durch diese rings umschließenden und gleichsam nach innen hin zusammenwirbelnden Strömungen mitbedingt sei. Polwärts nach Norden und Süden von diesen Kreisen oder Wirbeln findet man aber noch andere Strömungen, welche von jenen ab- oder ihnen zufließen. Die letzteren kommen aus den Eismeeren, woher sie kaltes Wasser und Massen von treibendem Eis bringen und in einigen Fällen sind sie kräftig genug, um jene Strömungskreise mitschließen zu helfen. Ueberseht man nun das ganze System dieser Strömungen, so findet man, daß sie zweierlei Ursprungsgegenden haben, denn entweder kommen sie von den äquatorialen oder den polaren Regionen; und immer führen jene ursprünglich warmes, diese kaltes Wasser. Man hat demnach auch alle Meeresströmungen in äquatoriale und polare oder in warme und kalte getheilt.

Wie diese Strömungen sich gegen einander verhalten, mag am besten das Beispiel des von allen am besten bekannten Meeres, des Nordatlantischen, zeigen. In seinem äußersten Süden fließt eine Strömung von Ost nach West, welche im Meerbusen von Guinea ihren Ursprung hat; dieselbe theilt sich an der südamerikanischen Küste bei dem am weitesten ostwärts vorspringenden Kap Roque in einen südwärts gehenden Arm, die brasilianische Strömung, und einen nördlichen, die von Guyana; letztere fließt in das Antillenmeer und den Golf von Mexiko und tritt aus diesem durch die Florida-Straße wieder heraus in Form des sehr deutlich strömenden Golfstromes, der nun erst einfach, dann mehr und mehr sich gabelnd an der Ostküste Nordamerika's hinfließt, darauf bei Neufundland ostwärts abbiegt und einerseits über die Nordosthälfte des Atlantischen Oceans sich ausbreitet, wo seine warmen Wasser nicht nur Irland, Westengland und Norwegen zu Gute kommen, sondern sogar bis in die Meere von Spitzbergen und Nowaja Semlja verfolgt werden können; andererseits aber geht ein Arm südostwärts an die marokkanische Küste, um südlich von den Kap Verdischen Inseln sich mit der aus dem Meerbusen von Guinea kom-

Digitized by Google

menden „Wurzel des Golfstromes" wieder zu vereinigen. Diese Strömungen alle gehören also im Grunde zu einem einzigen Systeme äquatorialer Strömungen. Aber auf sie treffen an zwei Stellen Strömungen eines anderen Systemes. Bei Neufundland begegnet ihnen eine aus der Baffins-Bai kommende Polarströmung, die von da an sich verdünnt und bald untersinkt, und bei Island stößt die eisbergreiche ostgrönländische Strömung, gleichfalls eine polare, auf sie, um ebenfalls in die Tiefe gedrängt zu werden.

Es würde falsch sein, anzunehmen, daß diese Strömungen gleichsam zwischen festen Ufern fließen, also immer an denselben Orten und in denselben Richtungen. Sie sind im Gegentheil nur da scharf begrenzt, wo sich ihrer Ausbreitung ein Hinderniß in Gestalt einer Küste oder Landzunge entgegenstellt oder wo sie durch einen engen Meereskanal sich durchzwängen müssen. Ebenda ist auch ihre Bewegung am raschesten. Ueberall aber, wo sie freien Raum zur Ausbreitung finden, verbreitern und zertheilen sie sich über weite Flächen und verlangsamen ihre Bewegung; sie erschweren damit ihre Unterscheidung von den sie umgebenden ruhenden Wassermassen und es entsteht daraus die große und noch immer nicht gelöste Schwierigkeit, ihr Verhältniß zu den über weite Räume sich erstreckenden langsamen „Driftströmungen" festzustellen, welche vorzüglich durch regelmäßig wehende Winde erzeugt werden. Im Atlantischen Ocean gehen thatsächlich solche Driftströmungen in die große Meeresströmung des sog. Golfstromes über und es bleibt zweifelhaft, wie viel von dem warmen Wasser, das wir an Norwegens Westküste finden, vom Golfstrom und wie viel von diesen Driftströmungen gebracht sei. Dazu kommt noch, daß die Strömungswege verschieden sind nach den Jahreszeiten. So reicht z. B. der Golfstrom im Nordatlantischen Ocean im Sommer viel weiter nördlich als im Winter.

Unterscheidende Merkmale der Strömungen bleiben indessen immer ihre Bewegung und ihre Temperatur. Jene ist am größten dort, wo das Wasser der Strömung am stärksten zusammengefaßt ist. So macht der Golfstrom durchschnittlich etwa 35 nautische Meilen in 24 Stunden, aber in der Florida-Straße steigt seine Geschwindigkeit auf 96 nautische Meilen,

Digitized by Google

während ein Zweig von ihm, der in die Bucht von Biscaya geht, nur 24, und ein anderer, die marokkanische Küstenströmung, nur noch 16 nautische Meilen macht. Die Aequatorialströmung, aus welcher der Golfstrom entsteht, fließt mit steigender Geschwindigkeit, von 25—76 nautischen Meilen im Tage, von Osten nach Westen. Eine andere eingeengtere Strömung, der Mozambique-Strom, fließt zwischen Madagaskar und dem Festland 9 Kilometer stündlich. Dagegen sind kaum mehr merklich die Geschwindigkeiten der Polarströme, 0,5—1,5 Kilometer stündlich, welche vorzüglich dadurch bekannt geworden sind, daß mehrmals schiffbrüchige Polarreisende gezwungen waren, auf langsam südwärts treibenden Eisschollen ihren Ausweg aus den eiserfüllten Polarregionen zu suchen.

Die Temperatur-Unterschiede der Meeresströmungen von ihren Umgebungen sind beträchtlich. Der Golfstrom hat in der Florida-Straße als höchste Temperatur 30° C., das sind 5° mehr als die Umgebung, aber bei Kap Hatteras ist er bereits auf 26—27 heruntergegangen und bei Neufundland erreicht er nur noch 20°. Aber im Winter hat er hier 10—15° mehr als die umgebenden Meerestheile. Der Kurosiwo oder Schwarze Strom hat bei Japan 5—10° über die Temperatur seiner Umgebung. Dagegen erniedrigt der peruanische Küstenstrom die Temperatur des Meeres an den peruanischen Küsten auf 15—16°, während die Umgebungen 28 haben. So ist auch der Aequatorialstrom des Atlantischen Oceans mit 24° 3—4° kälter als seine Umgebungen.

Bei der Erklärung dieser merkwürdigen Bewegungen sind folgende Thatsachen vorzüglich zu beachten: Weder die Wärme- noch die Dichtigkeitsunterschiede an der Oberfläche des Meeres sind groß genug, um die weitverbreiteten Strömungen zu erklären, welchen wir an derselben begegnen. Unzweifelhaft findet man zwei Hauptsysteme von Strömungen, nämlich warme und kalte; aber es ist unmöglich, die Wärme und Kälte als nächste Ursachen derselben anzunehmen, denn wenn es sich um einen „oceanischen Kreislauf" zwischen den warmen und kalten Theilen der großen Meere handeln würde, müßten die kalten Strömungen, weil schwerer, in der Tiefe sich bewegen, ähnlich wie wir unter dem warmen Antipassat

Digitized by Google

den kalten Passat nach Süden streichen sehen. Ihr Vorkommen an der Oberfläche ist daher nicht mit einem oceanischen Kreislaufe zu vereinigen, wie verlockend die Annahme

Fig. 18. Meeresströmungen des Nordatlantischen Oceans.

eines solchen auch angesichts der warmen äquatorialen Strömungen erscheinen möge. Faßt man die Richtung der Meeresströmungen ins Auge, so findet man auch nicht, daß dieselbe

Digitized by Google

auf kurzen Wegen entweder polwärts oder äquatorwärts führt, sondern sie machen Umwege, welche sie nur in weiten Kreisbogen aus den äquatorialen nach den polaren Regionen und umgekehrt gelangen lassen. Zum Theil sind allerdings dieselben dadurch zu erklären, daß die geradlinig pol- oder äquatorwärts strömende Bewegung durch die Rotation der Erde ähnlich wie die Passatströmungen östlich oder westlich abgelenkt werden müssen. Aber diese Erklärung genügt nicht für die fast gerade in westlicher Richtung sich bewegenden Strömungen in den äquatorialen Regionen des Atlantischen und Pacifischen Meeres. Dagegen stimmen gerade diese überein mit den vorwaltenden Richtungen der regelmäßigen Winde daselbst. Sind aber die Winde im Stande, so tiefgehende und dauernde Bewegungen herbeizuführen? Man wollte das früher nicht zugeben, wiewohl viele Stimmen sich längst für den Zusammenhang zwischen Meeres- und Luftströmungen ausgesprochen haben. Nun ist es aber festgestellt, daß durch die Reibungen der Wassertheilchen aneinander die der Oberfläche ertheilten Bewegungen in große Tiefen sich fortpflanzen können und daß durch regelmäßige Winde auf diese Weise große Wassermassen in ebenso regelmäßige Bewegungen versetzt werden können. Jedenfalls ist damit den Winden eine hervorragende Stelle in der Erklärung der Meeresströmungen zugetheilt. Da aber wie die der Winde so auch andere dauernde Bewegungsantriebe in derselben Weise zu dauernden Bewegungen führen können, so sind Wärme- und Dichtigkeitsunterschiede neben ihnen als bewegungs- und damit strömungserzeugende Ursachen festzuhalten, während die Wirkung der Umdrehung der Erde auf die zwischen Aequator und Polen vor sich gehenden Bewegungen dieselbe bleibt, welchen Antrieben sie auch entspringen mögen. Die ungelöste Frage bleibt nur immer die nach dem Antheil der einzelnen von diesen oder anderen unbekannten Bewegungsursachen an der Gesammterscheinung und diese Frage ist es, welche heute noch nicht beantwortet werden kann.

Eine sehr bemerkenswerthe Folgeerscheinung der ungleichen Wärmevertheilung im Meere ist das Polar-Eis. Das Meerwasser gefriert bei 2—3° Kälte, wobei das Salz

Digitized by Google

ausgeschieden wird. In Folge dessen ist sein specifisches Gewicht nur 0,91 und es sollten daher fast $^9/_{10}$ untergetaucht sein. Thatsächlich umschließt es aber in größeren Massen so viel Luft, daß es häufig noch leichter wird und daß statt $^1/_{10}$ nicht weniger als $^1/_4$—$^1/_3$ seines Volums über den Meeresspiegel herausragen. Es scheint in einem einzigen harten Winter eine Eisdecke bis zu 2 Meter Dicke sich bilden zu können, aber diese ist nie zusammenhängend, sondern wird durch Wind, Wellenschlag, Strömungen, Zersprengen in Folge übermäßiger Kälte zertheilt, so daß selbst tief im Winter nur ruhige Buchten des Eismeeres dauernd überfroren sind, während auf der offenen See Eisschollen mit viel (Treibeis) oder wenig Wasser dazwischen (Packeis) vorherrscht. Nur in engen Meeresstraßen, wo diese treibenden Massen sich stauen, kommt es ebenfalls zur dauernden Ueberbrückung des Meeres durch Eis, aber dieselbe ist immer nur örtlich. Manche von diesen Schollen erlangen einen Umfang von mehreren Meilen (Eisfelder). Uebereinandergeschoben können sie sich höher aufthürmen und eine Art von Eisbergen erzeugen. Die eigentlichen Eisberge gehören indessen einem anderen Kreis von Erscheinungen an (s. Abschn. XIX). Die nothwendige Wiederzerstörung der alljährlich entstehenden Eismassen vollzieht sich großentheils durch ihr Abtreiben nach wärmeren Regionen (F. J. Dorst schätzt die Oberfläche des jährlich aus dem Nordpolarbecken südwärts treibenden Eises auf 55,000 Quadratmeilen), durch Verdunstung und durch Abschmelzung am Orte, die zusammen bis zu 1,2 Meter im Jahre betragen können. Die Südgrenze des Treibeises liegt im Nordatlantischen Ocean im Frühjahr, wo sie am weitesten vorgeschoben ist, etwa bei 75°. Man begegnet dann schon bei der Bären-Insel einem breiten Gürtel Treibeis, jenseits dessen bis zum 80.° wieder freieres, wenn auch hin und wieder Eisschollen treibendes Meer, vom 80.° an aber eine Eisbank folgt, vorzüglich aus Flächeneis bestehend, die im Spätsommer nach lange vorherrschenden Südwinden in Bewegung kommt. Im Spätsommer kann man um die Nordküste Spitzbergens herumfahren und sieht oft weit hinaus nur offenes Meer, aber einer oder der andere Theil der Ostküste ist beständig von Eis belagert, besonders die Ostküste vom Nordostland. Die Buchten und Meeresstraßen werden

Digitized by Google

nicht in jedem Jahre eisfrei. Hinlopen-Straße ist z. B. mehrfach den ganzen Sommer verschlossen gewesen. So sind auch die Ostküsten von Nowaja Semlja und Grönland oft sommerlang durch Eis unnahbar.

Man kann voraussehen, daß unter diesen Umständen der Zustand der Polarmeere schwer vorauszuberechnen ist. Das Eis wird nie ganz verschwinden. Zwar finden, wie wir gesehen haben, Zuströmungen wärmeren Wassers nach den kalten Polarmeeren und im Austausch dafür ein Abfluß kalten Wassers nach wärmeren Regionen statt. Aber ein „Offenes Polarmeer" herzustellen, wie man es bis zu den Ergebnissen der arktischen Expeditionen dieser letzten Jahre vielfach annahm, ist dieser abgleichende Austausch keineswegs im Stande und zwar schon wegen der Massen von Landeis nicht, welche in den Gletschern jener Regionen beständig ins Meer herabgelangen und am meisten gerade im Sommer. In zweiter Reihe wirkt auch, wenigstens in dem Nordpolarmeer, die merkwürdige Abschließung durch breite Landmassen stauend auf das Polareis und hindert sein Abtreiben nach südlicheren, wärmeren Regionen. Im geraden Gegensatz zu diesem hypothetischen „Offenen Polarmeer", das lange eine so große Rolle in den Diskussionen über Polargeographie und Polarmeteorologie spielte (schon Capitän Roß, 1818, erfuhr von Eskimos in der Melville-Bai in der Nähe von Bushnan-Island, daß ihre eigentliche Heimath weit im Norden sei, eine bedeutende Entfernung von Melville-Bai und wo „viel offenes Wasser" sich befinde. Auch Inglefield sah ein „Meer ohne Eis" jenseits Kap Alexander, so weit seine Blicke reichten. Aber die eigentliche „Theorie" des Offenen Polarmeeres verdankt man Hayes und Petermann, wobei jener sich auf die längst widerlegte Behauptung seines Steuermanns stützte, der von Kap Constitution ein „unabsehbares offenes Meer" erblickte, und dieser auf theoretische Erwägungen, welche mit dem Einströmen des Golfstromes in das Polarbecken zusammenhingen), steht die Annahme, die sich immer mehr zu begründen scheint, daß sowohl in der arktischen als der antarktischen Region jenseits der Polarkreise eine große Anhäufung von Eis stattfindet und daß damit, wenn ich mich so ausdrücken darf, ein Kältereservoir hergestellt ist. Jeden-

Digitized by Google

falls ist es sicher, daß alle Nachrichten früherer Polarexpeditionen über „Offene Polarmeere" sich als auf trügerischen Beobachtungen beruhend herausgestellt haben und daß dagegen alle neueren, zum Theil so tief in die Polarregion vorgedrungenen Expeditionen den Weg zum Pol durch Eis versperrt gefunden haben. Es entspricht diesem Umschlag der Ansicht, wenn die neueste englische Nordpolexpedition unter Nares (1875/76) nicht bloß kein „Offenes Polarmeer" gefunden hat, sondern dem eisbedeckten Meere, das sie nördlich von Grönland entdeckten, sogar den eisstarrenden Namen Palæocrystic Sea — Meer des alten Eises — beilegte. Sie behauptet, das Eis müsse dort hunderte von Jahren alt werden. Auch das Südpolarmeer schwärmt sammt den nächstgelegenen Theilen des Pacifischen, Indischen und Atlantischen Oceans bis zum 40—50° s. B. von Eisbergen, und daß schon die älteren Südpolarfahrer James Roß, d'Urville und Wilkes sich in ihrem Vordringen durch 100—200′ hohe Eiswälle gehemmt sahen, bedarf nur der Erinnerung. Ihre Nachrichten stimmen gerade in diesem Punkte so auffallend, daß es nicht erlaubt ist, daran zu zweifeln. Man ist heute einig darüber, daß die Polarmeere, ganz besonders aber das hinsichtlich der Wärmevertheilung so ungünstig gestellte Südpolarmeer, die Stätten einer enormen und beständigen Eisproduktion und Eisanhäufung sind.

Wenn diese Bewegungen, mächtig wie sie sind, sich im Stillen vollziehen, oder höchstens bemerklich werden, wenn sie an die Küsten prallen, so machen sich allen Sinnen des Menschen um so bemerklicher die Wellen, zu welchen der Wind die Oberfläche des Meeres aufkräuselt oder der Sturm sie aufpeitscht. Dieselben sind für das Wesen des Meeres, für die Erhaltung seiner wesentlichen Eigenschaften von geringerer Bedeutung, aber nichts bestimmt in höherem Grade die Physiognomie desselben. Die Wellenbewegung, kann man sagen, ist das Gewand, in welches gehüllt das Meer uns erscheint, und manche Meere legen es kaum jemals ab. Absolute Ruhe des Meeres ist eine seltene Erscheinung, und sie tritt niemals ein an steilen, klippenreichen Küsten, in schmalen, zusammendrängenden Meeresstraßen, in Gegenden, wo aus Gründen der Umriß- oder Bodengestalt naher Länder

Digitized by Google

die Winde von verschiedenen Seiten kommend auf einander treffen. Die Wellen des Meeres sind auf hoher See nur Wirkung der Winde. Ihre Größe hängt ab von der Stärke des Windes und von der Tiefe und Breite der Wassermasse. Die größten Wellen auf hoher See gehen über 10 Meter nicht hinaus, aber viel bedeutendere Höhen werden da erreicht, wo Steilufer dem Anprall des Meeres sich entgegenstellen. Hier wird der Gischt der Wellen um das Vierfache höher geschleudert. Auch die Steilheit der Meereswellen wird sehr übertrieben. Bei den steilsten verhält sich Höhe zu Breite wie 1 : 20. Die Schnelligkeit des Fortschreitens der Wellen ist eine große; sie beträgt bis 30 Meter in der Sekunde, also das Dreifache eines schnellen Windes. Nicht selten eilen daher die Wellen dem Winde voran, der sie erzeugt hat. In die Tiefe dürften die stärksten und von den andauerndsten Winden erzeugten Wellen nicht über 200 Meter hinaus wirken, gewöhnlich werden sie sogar viel oberflächlicher bleiben. Ueber die Kraft der Brandungswellen s. o. S. 149.

Noch eine dritte Bewegung des Meeres bleibt uns zu betrachten, die der Gezeiten, welche in der Flut das Meer ansteigen und in der Ebbe es sinken lassen und welche zweimal des Tages, wo kein Hinderniß ihnen sich entgegenstellt, dieses Spiel wiederholen. Wie eine ungeheure Welle wälzt sich die Flut um die Erde, dem scheinbaren Gange des Mondes von Osten nach Westen folgend, und in derselben Zeit von 24 Stunden und 50 Minuten, welche dieser braucht, ihren Weg vollendend. Einen Zusammenhang dieser Erscheinung mit dem Monde zeigt dieß so deutlich an, daß schon Plinius hier Ursache und Wirkung zu erkennen glaubte. Außerdem wird ein Zusammenhang mit der Sonne angedeutet durch die Thatsache, daß die stärksten Fluten, die sogenannten Springfluten, mit der Zeit des Voll- und Neumondes zusammenfallen, in welcher Sonne und Mond, in einer Linie stehend, ihre Wirkungen auf die Erde summiren, während die schwächsten Fluten, die sogenannten Nippfluten, in der Zeit des ersten und letzten Viertels eintreten, wo beider Wirkungen sich gegenseitig stören müssen. In der That ist es die Anziehung des Mondes und der Sonne auf die Erde, welche diese Bewegungen erzeugt. Das Flüssige, wo es in großer

Digitized by Google

Masse vorhanden, sucht dieser Anziehung zu folgen und eine mit dem Mond beziehungsweise der Sonne um die Erde wandernde Anschwellung, die Flut, ist der Ausdruck dieses Strebens. Aber indem die flüssigen Theile, der Anziehung folgend, nach bestimmten Punkten sich hinbegeben, entfernen sie sich von anderen und so entsteht die Ebbe, welche mit der Flut regelmäßig wechselt. Denkt man sich den Mond senkrecht über einem bestimmten Punkt der Erde stehend, sagen wir über dem Nordpol, so übt er auf diesen Punkt eine größere Anziehung als auf den um einen Erdhalbmesser ferner liegenden Mittelpunkt der Erde, während hingegen seine Anziehung auf den entgegengesetzten Punkt der Erde, sagen wir den Südpol, am geringsten ist. Das Wasser am Nordpol erhebt sich, indem es dieser Anziehung folgt, das am Südpol erhebt sich ebenfalls, indem es weniger von der Erde angezogen wird, weil auf deren Mittelpunkt der Mond gleichfalls seine Anziehung ausübt. So bildet sich also eine Flut an dem dem Monde nächstgelegenen Punkt, sowie an demjenigen, welcher diesem entgegengesetzt ist. Zwischen beiden aber entsteht Ebbe. Und so kommt es, daß jeder Ort des Meeres zweimal am Tage Flut und zweimal Ebbe hat, sofern keine störenden Einflüsse dieses gesetzliche Verhalten abschwächen. Die Sonne übt in derselben Weise eine Anziehung auf die Erde aus, aber wenn auch ihre Masse 25 Millionen Mal so groß als die unseres Trabanten, so steht sie uns dafür 384 Mal ferner. Und da die Kraft, welche die Fluterscheinung bewirkt, nicht die ganze Anziehung dieser Körper auf die Erde ist, sondern nur der Unterschied der Anziehung auf den Mittelpunkt und die Oberfläche derselben, so ist die Sonne in erheblich geringerem Maße fluterzeugend als der Mond: die Wirksamkeit der beiden in dieser Richtung verhält sich wie 4:9. Mit anderen Worten: es hebt (nach der Theorie) die Sonne den Wasserspiegel des Meeres 0,16 Meter, während der Mond ihn 0,37 Meter hebt. Je nach ihrer Stellung können nun die beiden zusammen- oder sich entgegenwirken, und sie erzeugen so ungewöhnlich starke (Springflut) oder geringste Fluten (Nippflut oder Taube Flut). Der Wechsel zwischen beiden vollzieht sich entsprechend der Mondbewegung in einem halben

Digitized by Google

Monat und führt darum den Namen der „halbmonatlichen Ungleichheit".

Nach der Theorie müßten also an jedem Punkte des Meeres täglich zwei Fluten und zwei Ebben eintreten und die ersteren müßten am stärksten sein zur Zeit des Vollmondes und des Neumondes. Aber zahlreiche und sehr verschiedene, theils außerirdische, theils irdische Thatsachen greifen störend ein und lassen an keinem einzigen Orte der Erde diese an sich so klaren Wirkungen des Mondes und der Sonne zur reinen Erscheinung kommen. Zunächst ist die Bahn der Erde um die Sonne eine elliptische und ebenso ist die des Mondes um die Erde, es wechseln also die Entfernungen der beiden anziehenden Körper. Es wechselt aber auch die Lage ihrer Bahnen: Sonne und Mond sind bald südlich, bald nördlich vom Aequator, wiewohl jene nicht $23\frac{1}{2}$, dieser nicht 28^{0} über den Aequator in einer von beiden Richtungen hinausgehen. Noch viel wirksamer stören aber das regelmäßige Spiel der Gezeiten die willkürlichen Umrißformen des Beckens, welches vom Meere ausgefüllt ist, die Landmassen mit ihren mannigfaltigen Vorsprüngen und Einschnitten und die Inselketten. So kommt es, daß an den Inseln des Stillen Oceans, wo die Erscheinung sich am reinsten zeigt, die Flut selten mehr als ca. 0,6 Meter steigt, während im Kanal die sich zusammendrängenden Wassermassen bis über 15 und in der Fundy-Bai von Neu-Braunschweig über 30 Meter sich erhebt. Am kleinsten sind die Gezeiten in ganz oder halb geschlossenen Meeresbecken. Die Fluthöhe geht nicht über 11 Centimeter an der deutschen Ostseeküste und 60—90 Centimeter im Adriatischen Meer (bei Venedig). Aber sie fehlt selbst nicht ganz in den größeren Süßwasserbecken und es beträgt z. B. 7,32 Centimeter die Springflut im Michigan-See (bei Chicago).

In engen Meeresstraßen, Flußmündungen u. dgl. entstehen Gezeiten-Strömungen, welche umbildend auf Meeresboden und Küsten einwirken können. Sei es die eindringende oder die zurückfließende Flut, oder seien es aufeinandertreffende Fluten, sie setzen das in engere Grenzen eingeschlossene Wasser oft gewaltig in Bewegung. In unseren deutschen Nordseeströmen geht die Flut verhältnißmäßig nicht

Digitized by Google

weit herauf: in der Elbe 20, in der Weser 9 geographische Meilen, aber in dem Amazonenstrom und seinen Nebenflüssen wandert die Springflut über 100 geographische Meilen aufwärts und zwar mit der Geschwindigkeit eines Dampfers und in Form einer 4—5 Meter hohen Wand. Sie trägt hier den Namen Pororoca; von den Europäern wird sie hier wie anderwärts Bore genannt. Unsere Nordseeküstenbewohner nennen sie „das Rastern". Aufeinandertreffende Ströme vernichten gegenseitig den größten Theil ihrer Geschwindigkeit, aber erst nachdem sie sich wirbelnd um sich selber gedreht und dadurch Strudel erzeugt haben. Die altberühmten Scylla und Charybdis in der Straße von Messina, gefährlich höchstens für kleine Küstenfahrer, gehören dahin. Eine viel gewaltsamere Erscheinung dieser Gruppe ist der Maelstrom zwischen den Lofoten-Inseln Mosköe und Mosköenäs (daher auch Moskoëstrom genannt), welcher die Gefahren stürmischen Wetters so weit vermehren kann, daß er selbst für Dampfer bedenklich wird. Eine Erscheinung, welche nur anhangsweise hier zu erwähnen ist, sind die sog. Meermühlen bei Argostoli, welche dadurch entstehen, daß Ströme Meerwassers beständig in einige Höhlen der Küste sich ergießen, um theilweise in dem porösen Gestein der Insel sich zu verlieren, theils als Quellen derselben wieder zu Tage zu treten.

Auch Aenderungen des Luftdrucks erzeugen Bewegungen im Meere, die, wenn nicht sehr hervortretend, doch sehr ausgedehnt sind. 1 Zoll Steigen des Barometers in London läßt den Meeresspiegel des Kanales um 7 Zoll sinken. Mit Recht sagt J. Roß: „Das Meer ist ein Wasserbarometer in gewaltigstem Maßstabe." Die Attraktion des Meeres an das Land, welche die Curve des Meeresspiegels anders an Festland- als an Inselküsten gestaltet, wird gleichfalls nicht ohne bewegenden Einfluß bleiben.

Alle diese Erscheinungen wollen nicht für sich aufgefaßt werden, sondern sie gehören nächstzusammen. Strömungen, Gezeiten, Wellenspiel, sowie Bewegungen, deren Ursachen uns unbekannt, sprechen die große Eigenschaft des Meeres aus, ein bewegtes Ding zu sein. Es gehört untrennbar zum Wesen des Meeres, beweglich, „nimmer ruhend" zu sein. Das ist es, was in seinem Wesen einen so zwingen-

Digitized by Google

den Reiz auf den Menschen ausübt, daß es nie absolut stumm, todt, sprachlos ist wie Vieles in der übrigen Natur. Es hat ein ausgesprochenes Leben, das vom nie aufhörenden leisen Rippen der Flachwellen am sandigen Strande sich zur brüllenden Brandung und zur verheerenden Sturmflut steigert. In diesem Leben vermag der Mensch sein eigenes zu spiegeln, diesen Bewegungen kann er seine Leidenschaften zu Grunde legen und sie haben schon im Geiste ältester Dichter das Wellenspiel des Meeres zu einem Sinnbild der Bewegtheit der menschlichen Seele gemacht. Wenn man die geistigen Wirkungen der Natur einst erforscht haben wird, wird das Meer auch von dieser Seite als eine der tiefstwirkenden Naturerscheinungen zu begreifen sein.

Wie es tief in das praktische Leben des Menschen, sein Thun und Treiben eingreift, indem es den in seiner Nähe wohnenden Menschen etwas von seiner eigenen Beweglichkeit aneignet und sie zu kühnen Unternehmungen erzieht, haben wir in dem Abschnitt über die Küsten zu zeigen versucht. Seine Bedeutung für die Witterungserscheinungen und die Art, wie bei der Verbreitung der Pflanzen und Thiere seine Bewegungen helfend eingreifen, werden wir noch zu betrachten haben. Aber in allen diesen Wirkungen ist seine Betrachtung nicht zu trennen von der des übrigen Flüssigen, das auf der Erde rinnt und mit dem Meer ein Ganzes ausmacht, dessen Theile sich beständig sondern, um beständig sich wieder mit einander zu vereinigen.

Digitized by Google

XVIII.

Die Flüsse und Ströme.

Die Herkunft der Quellen. Ursache ihres Hervortretens. Verschiedene Quellwasser. Versinkende Bäche. — Die Flüsse. Einfache und verzweigte Stromsysteme. Wasserscheide. Stromgebiet. Verschiedene Größe der Stromgebiete. Verschiedene Geschwindigkeit des Fließens. Wasserreichthum. Ober-, Mittel-, Unterlauf. Wassermenge. Fiumaren und Wadi's.

Ehe das aus den Wolken zur Erde gefallene Wasser in die Becken, sei es der Meere oder der Binnenseen, einfließt, in welchen es sich sammelt, hat es längere oder kürzere Wege zu machen, welche theils unter, theils über der Erde gelegen sind. Auf diesen Wegen bildet es meistens zusammenhängend fließende Massen, vom dünnen Wasserfaden an, der durch unterirdische Klüfte sich zwängt, bis zum breiten Strom, der aus unzähligen solchen Wasserfaden gespeist ist. Alle diese zusammenhängend fließenden Wassermassen kann man mit dem gemeinsamen Namen „Flüsse" bezeichnen, wiewohl man herkömmlicherweise diesen Namen für fließende Wasser von mittlerer Größe anwendet, während man die kleineren als Bäche und die größeren als Ströme benennt. Unzusammenhängend, also tropfenweis fließendes Wasser, ist im Erdinnern, in Höhlen, in lockerem Rasen häufig und zu allermeist ist es natürlich in der Luft in Gestalt von Regen vertreten.

Man nimmt an, daß von dem zur Erde fallenden Regen ungefähr $^1/_3$ verdunste oder von den Pflanzen aufgesogen werde, daß $^1/_3$ in die Erde dringe und $^1/_3$ abfließe. Das letztere Drittel vermindert sich in trockenem Klima sehr rasch zu Gunsten des ersteren, aber in einem so feuchten Klima wie demjenigen Englands geht thatsächlich $^1/_3$ der Niederschläge (im Durchschnitt) zum Meere. Das in die Erde dringende Wasser sickert nicht in gleichmäßiger Menge und Geschwindigkeit an allen Punkten in die Tiefe, und sinkt auch nicht bis in unbestimmte Tiefen fort, sondern es wird von einem

Digitized by Google

Boden rascher als vom andern aufgenommen und sammelt sich in Folge dessen in größerer Menge in demselben an. Das Eindringen geschieht langsam. Selbst starke Regengüsse dringen nicht über 20 Centimeter tief in Ackererde ein. Getrocknete Ackererde braucht eine Regenhöhe von 20 Centimeter, um sich bis zu 30 Centimeter Tiefe mit Feuchtigkeit zu sättigen. In zerklüftetem Gestein sinkt das Wasser rascher ein als in dichtem. So bilden z. B. die Regen auf dem schwerdurchlässigen und auf weite Strecken wenig geneigten Boden der Prärien und Pampas Nord- und Südamerika's zahlreiche Tümpel von oft $^1/_2 - ^3/_4$ Meter Tiefe, die nur langsam austrocknen. Große Strecken dieser Region sind dadurch den größten Theil des Jahres in versumpftem Zustand (Wet Prairies). Es erreicht überall in größerer oder geringerer Tiefe Bodenarten, die wenig oder nicht durchlässig für Wasser sind. Hier sammelt es sich nun an und bleibt entweder seeartig stehen, wenn das Gestein beckenartig angeordnet ist (Grundwasser), oder es fließt, wenn diese Schichte geneigt ist, nach der Neigung derselben ab, oder endlich es steigt nach dem Gesetz der Bewegung von Flüssigkeiten in Haarröhrchen in dünnen Spalten wieder in die Höhe. Durch dieses theils in die Tiefe der Erde, theils aus derselben herausfließende, theils in ihr ruhende Wasser werden große Schichten der Erde schwammartig durchtränkt, und zwar ist in unserem feuchten Klima in denselben eine Art von Sättigungs-Zustand vorhanden. Selbst feste Gesteine werden von dieser allverbreiteten Feuchtigkeit durchdrungen (Gebirgsfeuchtigkeit). Frischgebrochene Steine, selbst sehr dichte, sind z. B. in der Regel feucht. Dieser Zustand bewirkt es, daß bei bestimmter Tiefe, wo immer man bohren mag, jederzeit Wasser zu erhalten ist und zwar oft in sehr unbequemer Menge (Wasserzudrang in Bergwerken), und daß für das beständig von Außen zufließende Wasser ebenso beständig ein Austritt von Wasser aus der Erde stattfinden muß. Es geschieht dieß in Form der Quellen, welche in allen Fällen der erste Anfang der an der Erdoberfläche fließenden Wassermasse, d. h. der Bäche, Flüsse, Ströme sind, und welche theils durch die Art ihres Auftretens und theils durch die Beschaffenheit ihres Wassers eine vielseitig wichtige und interessante Erscheinung darstellen.

Digitized by Google

Das Hervortreten des Wassers aus der Tiefe, das aber nicht nothwendig ein Hervorquellen sein muß, wie es im Wort „Quelle" (engl. spring) zu liegen scheint, wird durch den Bau desjenigen Theiles der Erdrinde bedingt, in welchem es sich befindet.. Die häufigsten Quellen finden sich am „Ausgehenden" geneigter, wasserführender Schichten. Das Wasser fließt hier einfach von oben her über die geneigten Flächen ab. Es ist erheblich kalt, wenn aus bedeutender Höhe kommend (absteigende Quellen). Daher der große Quellenreichthum am steilen Rande von Gebirgen und Hochebenen. Andere Quellen steigen aufwärts in heberförmigen Gesteinsklüften, andere werden durch Gasdruck emporgedrängt. Sie sind warm, wenn aus größerer Tiefe kommend (aufsteigende Quellen). Nicht alles Quellwasser muß indessen unterirdischen Reservoiren entnommen sein. Einige hochgelegene Seen fließen durch Quellen ab (Lac de Joux im Jura, Daubensee auf der Gemmi, Lac d'Oo glacé in den Pyrenäen) und in den Gletscherregionen findet man eiskalte Quellen, die das Schmelzwasser höher gelegener Gletscher zu Tage bringen (Liebfrauenbrunnen bei Leuk) und demgemäß nur im Sommer fließen. Eine der geographisch bemerkenswerthesten Arten des Vorkommens der Quellen ist die in Einsenkungen, welche bis auf die wasserführende Schicht hinabreichen, denn der größte Theil der Oasen in den Wüsten dankt ihnen sein Dasein. Es tritt hier die befruchtende Feuchtigkeit von selbst an die Oberfläche, entweder in Quellen oder so, daß sie wenigstens schon durch seichte Brunnen erreicht werden kann. Deßhalb liegen die Oasen in der Regel tiefer als ihre Umgebung, eine ganze Anzahl sogar unter dem Meeresspiegel (die Ammonsoase z. B. 29 Meter unter dem Mittelmeerspiegel). Aus dieser Abhängigkeit der Quellen vom Bau der Erdrinde folgt nothwendig, daß die Quellen am zahlreichsten dort sind, wo die meisten Störungen in demselben vorkommen, während die quellenarmen Gegenden in der Regel durch regelmäßigen, in weiter Ausdehnung flächenhaften Bau ausgezeichnet sind. Bekanntlich sind in Deutschland Gegenden, welche an Wassermangel leiden, nur auf den tafelartig flachen Hochebenen der Kalk- und Sandsteinplateaux (Rhön, Odenwald, Rauhe Alb, Teutoburger Wald) zu finden

Digitized by Google

und am quellenreichsten sind die Hochgebirge mit ihrer höchst unregelmäßigen Schichtenlagerung. Zu den quellenärmsten Regionen gehört Nordamerika zwischen dem Mississippi und den Westgebirgen. Es ist aber zugleich auch eine der geologisch einförmigsten.

Die Beschaffenheit des Quellwassers ist verschieden hauptsächlich nach Wärme und fremden Beimischungen. Wir haben gesehen, daß die Wärme des Erdinnern in gewisser Tiefe der mittleren Jahreswärme des betreffenden Ortes entspricht, daß bis dahin die Veränderungen der Lufttemperatur sich geltend machen, während von jenem Punkte abwärts die Wärme nach den bekannten Gesetzen zunimmt (s. S. 54). Eine Quelle, die nur aus mehr oberflächlichen Schichten kommt, hat daher eine veränderliche Temperatur, kommt sie aber aus der Tiefe, wo die mittlere Jahrestemperatur herrscht, so bringt sie eine im Sommer und Winter gleiche Wärme, welche sie im Sommer sehr kühl, im Winter warm erscheinen läßt. Es ist Thatsache, daß das seltene Gefrieren mancher kleineren Gebirgsseen hauptsächlich durch ihren Reichthum an solchen Quellen verursacht wird. Der größere Chiemsee gefriert früher als der kleinere Würmsee, was großentheils auf dem Quellenreichthum des letzteren beruht. Quellen aber, die aus größeren Tiefen kommen, sind wärmer als die mittlere Jahrestemperatur, und ihre Wärme gibt in der That einen Anhaltspunkt zur Bestimmung der Tiefe, aus der sie emporsteigen, wenn sie nicht gerade vulkanischen Regionen angehören, in denen ein noch nicht erkalteter Lavastrom oft schon wenige Fuß unter der Erde noch dem vorbeifließenden Wasser Siedhitze mittheilen kann. Zu den wärmsten Quellen gehören die von Karlsbad (75°), Wiesbaden (70°), Baden-Baden (68°). Aber noch wärmer sind jene Springquellen oder Geysir's, die man in vulkanischen Regionen Islands, Neuseelands und Nordamerika's (Yellowstone-Park) findet. In ihnen hat das Wasser im Ruhezustand eine Wärme bis nahe an den Kochpunkt an der Oberfläche und bis 127° C. in den erreichbaren Tiefen. Ihr periodisches explosionsartiges Springen beruht auf der Ueberhitzung tieferer Schichten des in der Quellröhre stehenden Wassers bis zu einem Punkte, wo dasselbe den Druck der darüber liegenden Wassermasse über-

Digitized by Google

windet und, in Dampf sich verwandelnd, dieselbe herausschleudert. Kochbrunnen, in welchen das Wasser allein oder mit Schlamm beladen sprudelnd siedet, sind in allen vulkanischen Gegenden eine nicht seltene Erscheinung.

Indem die Quellen in ihrem unterirdischen Laufe lösbare Stoffe der verschiedensten Art mit sich nehmen, kommen viele von ihnen beladen mit denselben zu Tage. Folgende Stoffe sind in Quellen nachgewiesen: Wasserstoff, Schwefel, Chlor, Brom, Jod, Fluor, Kali, Natron, Lithion, Ammoniak, Kalk, Magnesia, Strontian, Baryt, Thonerde, die Oxydule von Eisen, Mangan, die Oxyde von Zink, Kupfer, Blei, Silber, Antimon, Arsen, Nickel, Kobalt; dann von Säuren Kohlensäure, Schwefelsäure, schweflige Säure, Salpetersäure, Phosphorsäure, Borsäure, Kieselsäure, Schwefelwasserstoff.

Die gelösten Mengen sind oft gewaltig. Die Karlsbader Quellen bringen im Jahr 2,5 Millionen Pfund feste Stoffe zu Tag, die einfaches hartes Wasser führenden des Teutoburger Waldes würden im Jahr einen Würfel von 100 Fuß Seite aus ihren festen Stoffen bilden können. Die wenigsten Quellen führen chemisch reines Wasser, aber auffallenderweise gehören gerade einige von diesen zu den berühmtesten Heilquellen (Wildbad, Gastein, Pfäffers, Badenweiler). Wie man voraussehen kann, sind unter den reinsten auch die hochgelegenen Quellen, deren Wasser vorzüglich vom Thaue herstammt. Eine Quelle am Tafelberg bei der Kapstadt wurde früher oft als Beispiel einer sehr reinen angeführt. Meist sind sie mit etwas Kalk und Kohlensäure und in geringerem Maße mit Gyps oder Magnesia-, Ammoniak- oder Eisensalzen versetzt. Wenn diese Stoffe in solchen Mengen auftreten, daß sie den gewöhnlichen Charakter des süßen Wassers erheblich verändern, so machen sie aus demselben ein Mineralwasser. Zahlreich sind unter diesen vor allen die Soolen oder Salzquellen mit bis zu 25 % festen Bestandtheilen, die Säuerlinge oder Kohlensäurequellen, die oft gleiche Volumen Kohlensäure und Wasser enthalten, die Stahl- oder Eisenquellen, die Schwefelquellen. Aber es gibt wenige chemische Grundstoffe, die nicht in irgend einer Quelle sich fänden. Die medicinische Bedeutung dieser Quellen ist bekannt, aber manche haben auch einen nicht geringen Werth in gewerblicher Hin-

Digitized by Google

sicht. So wird z. B. Brom ausschließlich aus Quellen gewonnen und das Salz für viele Millionen Menschen stammt aus Soolquellen. Deutschland erzeugte z. B. 1878 ca. 12 Millionen Centner Kochsalz, wovon $^2/_3$ aus Soolquellen. Die Quellabsätze, besonders die kalkigen (Sinter, Tropfstein, Travertin, Pisolith) und kieseligen (Süßwasserquarz) gehören zu den theils wegen ihrer phantastischen Formen, theils wegen ihrer gewerblichen Benützbarkeit ausgezeichneten Gesteinen. Auch manche Raseneisensteine gehören hierher.

Das Wasser, welches dergestalt aus der Tiefe hervordringt, rinnt an der Erdoberfläche, der Schwerkraft folgend, nach den tieferen Stellen zu. Es sind gewöhnlich nur sehr schmale Bächlein, die es bildet. Nur in jenen Formationen, wo größere Höhlen und Schluchten in den Tiefen der Erdrinde vorkommen, vorzüglich im leicht auswaschbaren Kalk, brechen oft Quellen hervor, welche schon gleich beim Austritt aus der Erde Flüsse bilden. Indessen werden oft versunkene Flüsse dafür gehalten, wie z. B. der Timavo, welcher mächtig hervorbricht, nachdem er als Reka bei S. Canzian 34 Kilometer weiter oben versunken. Indem nun auch die Abflüsse anderer Quellen nach den tieferen Stellen der Erdrinde hinstreben, alle demselben Gesetz der Schwere folgend, begegnen sich selbstverständlich viele auf ihren Wegen und vereinigen sich, und so geschieht es, daß ein fließendes Gewässer um so mehr Zuflüsse aufnimmt, je weiter der Weg ist, welchen es macht. Das Ziel alles fließenden Wassers ist fast in allen Fällen das Meer, als die große, $^3/_4$ der Erdoberfläche einnehmende Senke, in welcher fast alles Wasser sich endlich sammelt. Nur ein geringer Theil geht in die kleineren Senken, welche da und dort im Innern der Festländer sich finden, und welche ganz vom Meere abgeschlossen sind. Liegt nun eine Quelle nahe beim Meer, so sendet sie ihr Wasser auf kurzem Wege dahin und dasselbe hat wenig Gelegenheit, sich zu größerer Masse zu sammeln. Es fließt als Bach ins Meer. Liegt aber die Quelle im Innern eines großen Kontinentes, so begegnet ihr Abfluß so vielen nach demselben Ziele hinstrebenden Gewässern, daß sie sich mehr und mehr bereichert und endlich als mächtiger Strom zum Meere kommt. Indem man alle Quellen, welche ihr Wasser demselben Strome

Digitized by Google

zusenden, durch eine Linie mit einander verbindet, erhält man die Grenzlinie des Gebietes dieses Stromes, welche also das Stromgebiet umschließt. Die größten Stromgebiete der Erde sind: Amazonenstrom über 100,000, La Plata 62,000, Ob 61,000, Congo ca. 60,000, Mississippi 58,000, Nil 55,000, S. Lorenz 51,700, Jenissei 42,000, Amur 41,000, Yang-tse 40,000, Lena 37,000, Hoangho 34,000; die größten Stromgebiete Europa's sind: Wolga 25,000 und Donau 14,500; das des Rheins hat 3,900, der Elbe 2,700, der Loire 2,100, des Po 1,400 Quadratmeilen. Die Grenzlinien der Stromgebiete sind die Wasserscheiden. Sehr häufig bilden die Gebirge Wasserscheiden von großer Schärfe. Man sieht z. B. vom Gotthard nach der einen Seite die Quellbäche der Reuß, nach der anderen die des Tessin oder Ticino entfließen. Jene stürzen sich nordwärts hinab, um mit vielen anderen vereinigt in die Aar und mit dieser (bei Waldshut) in den Rhein zu fließen, diese gehen durch den Langensee in den Po, der Rhein geht in die Nordsee, der Po ins Mittelmeer und so stehen wir denn hier auf der Wasserscheide der zu den entlegensten Meeren Europa's fließenden Ströme. So sind die Pyrenäen Wasserscheide zwischen Garonne und Ebro und damit zwischen Atlantischem und Mittelmeer, so die Cordilleren Nord- und Südamerika's zwischen den Zuflüssen der zwei großen Weltmeere, des Atlantischen und Stillen; und viele andere Gebirge scheiden in ähnlicher Weise die Quellen entgegengesetzt strömender Flüsse. Geographen des vorigen Jahrhunderts, welche die Natur weniger studirten als die Landkarten und denen übrigens bei dem damaligen Stande der geographischen Entdeckungen nur enge Gebiete der Erde genau bekannt sein konnten, zogen aus jener Thatsache den Schluß, daß alle Wasserscheiden Gebirge seien und sie zeichneten auf ihren Karten willkürlich Gebirge, wo immer sie Wasserscheiden kannten oder vermutheten. Zahlreiche jener höchst regelmäßigen Gebirgsketten, die in borstiger Raupengestalt die alten Karten durchwurmen, führen auf solche Schöpfungen der Bücherweisheit zurück. Die Natur weiß nichts von ihnen, aber es haben in einigen Fällen bis auf den heutigen Tag als schwervertilgbare Irrthümer die „Wasserscheidengebirge" sich in Karten und Büchern behauptet.

Digitized by Google

Nun bedarf es aber nicht einmal der Beobachtung der Natur, sondern nur des Nachdenkens, um sich zu überzeugen, daß Gewässer, um geschieden zu werden, nicht eben hoher Gebirge bedürfen, denn das Flüssige strebt ebenso entschieden, wenn auch nicht so rasch, auf flachgeneigten Flächen entgegengesetzten Abfalles aus einander wie an steil abfallenden Hängen. Was scheidet die größten Ströme Europa's, wie Wolga, Dnjepr, Dwina, Düna? Niedere Höhen von 340 Meter höchster Erhebung, welche kaum 100 Meter über die umgebenden Ebenen hervorragen, die sog. Waldaihöhen, kein Gebirge, kaum ein Hügelland zu nennen: im Grunde weiter nichts als der höchste Theil einer sanften Landschwelle. Diese scheiden also die größten Flüsse Osteuropa's, welche von da dem Eismeer, der Ostsee, dem Schwarzen Meer und dem Kaspisee zufließen. So wenig ausgeprägt ist die scheidende Funktion dieser Wasserscheide, daß Kanäle nach allen Richtungen durch sie hindurch gelegt und dergestalt schiffbare Verbindungen der oberen Abschnitte dieser Ströme gebildet werden konnten. So verbindet ein Kanal von Rybinsk nach Nowgorod am Ilmensee das Wolga- und Newa-Gebiet, folglich Kaspisee und Ostsee. Oft sind Wasserscheiden noch weniger scharf markirt als hier. So fließen von der nordamerikanischen Seenplatte die Quellbäche des zum Golf von Mexiko gehenden Mississippi südwärts und die des zur Hudson-Bai gehenden Red River nordwärts so unmerklich auseinander, daß bei Hochwassern sie sich ineinander verflechten, indem das Wasser aus Mississippi-Zuflüssen in Zuflüsse des Red River und umgekehrt sich ergießt; ja, es wird sogar berichtet, daß die Indianer aus dem Michigan-See durch das jetzt längst kanalisirte Chicago-Flüßchen in den Illinois, einen Nebenfluß des Mississippi, geschifft seien, also von einem zum Atlantischen Ocean gehörigen Stromgebiet in eines, welches zum Golf von Mexiko gehört. Ja selbst dort, wo hohe Gebirge wasserscheidend auftreten, können die letzten Quellen entgegengesetzt fließender Ströme in einer Paßeinsenkung so nahe bei einander liegen, daß es nur einer Ueberschwemmung bedarf, um ihre Wasser sich mischen zu lassen. Im nördlichen Felsengebirge mischen sich so die Quellen des Yellowstone und des Columbia, von denen jener zum Golf von Mexiko, dieser zum Stillen Ocean geht, auf dem moorbedeckten „Zwei-Ocean-Paß".

Digitized by Google

Stromgebiete treten aber nicht selten auch an tieferen Stellen ihres Laufes in Verbindung durch Gabelungen oder Bifurkationen, welche Wasser aus einem Fluß in einen anderen

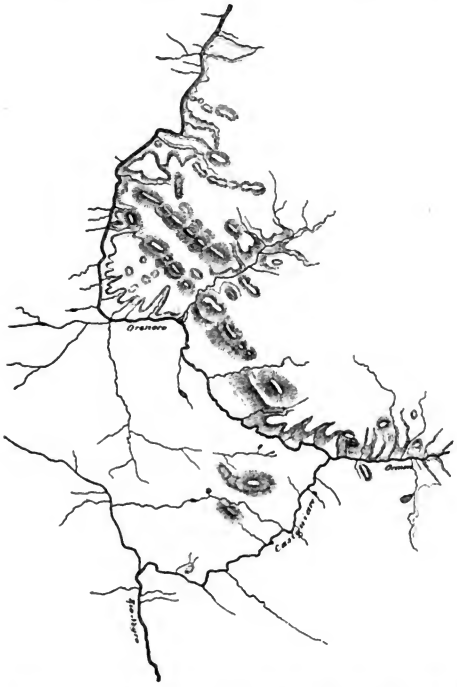

Fig. 19. Bifurkation des Cassiquiare zwischen Orinoco und Rio Negro. (Nach A. v. Humboldt.)

bringen. Dieselben pflegen keine großen Wassermassen zu führen, da sie doch immer nur abgesonderte Arme eines der betreffenden Flüsse sind, aber doch erleichtern sie in einigen Fällen

Digitized by Google

den Verkehr von einem Stromgebiet ins andere. Die berühmteste Gabelung ist die des Cassiquiare zwischen Orinoco und Rio Negro, Nebenfluß des Amazonenstromes, welche nach Humboldts Angabe thatsächlich beschifft wird, dann die des Chiane zwischen Arno und Tiber, welche zum Kanal ausgebaut ist, und die der Haase oberhalb Osnabrück mit der Weser durch Else und Werre. Am häufigsten sind solche Gebilde in den Deltagebieten, wo die Richtungslosigkeit des fließenden Wassers zahlreiche Verflechtungen entstehen läßt.

Die Größe der Stromgebiete, die wir so verschieden gefunden haben, ist nicht zufällig, sondern eine im Bau der Erdtheile tief begründete Erscheinung. Daß Europa keinen einzigen von den größten Strömen sein nennt, während Amerika reicher daran ist als Asien, beruht darauf, daß Europa's Vielgegliedertheit die Ströme zu früh ins Meer gelangen läßt und daß im Gegensatz dazu Südamerika mit seinen an den äußersten Rand seiner ungegliederten Masse gerückten Hochgebirge und den diesem vorgelagerten Tieflande die best denkbaren Bedingungen einer großen Stromentwicklung bietet; von den Gipfeln der Anden am äußersten Westrand rinnen die Wässer des Amazonenstromes bis zum äußersten Osten und von Norden und Süden her bilden die Mittelgebirge Guyana's und Brasiliens gleichsam die Seitenränder der großen Stromrinne, in welche eine Masse großer Ströme als Nebenflüsse sich ergießen. Auch in Asien erfüllt sich bei einigen Strömen die Bedingung möglichst weiter Entfernung der Quelle vom Meer, besonders bei den nordwärts strömenden, aber das große, in sich abgeschlossene, stromarme Hochland Innerasiens läßt keinen zu solcher Entfaltung nach Breite und Länge kommen, wie wir sie in Amerika finden. Dagegen hat Asien, entsprechend seiner centralen Erhebung eine größere Anzahl großer und mittlerer Ströme, welche nach den verschiedensten Richtungen hin ausstrahlen, während in Amerika die Westküste nur einige mittlere Ströme aufweist, in Südamerika sogar keinen einzigen auch nur nennenswerthen.

Die Bewegungsweise des Wassers in einem Flusse ist eine rollende, indem der Boden und die Ränder des Bettes verlangsamend einwirken, in geringem Maße auch die Luft.

Digitized by Google

Die größte Geschwindigkeit findet sich da, wo die größte Tiefe ist und zwar durchschnittlich in etwa $^3/_{10}$ der Gesammttiefe unter dem Wasserspiegel. Mit Tiefe und Breite wächst die Geschwindigkeit, welche daher bei Hochwasser bedeutend größer ist als bei Niederstand. Die einzige Ursache der Bewegung in Flüssen ist das Gefäll des Wasserspiegels; je größer das Gefäll desto größer die Geschwindigkeit.

Nicht nur die Größe, sondern auch die Geschwindigkeit, überhaupt die Art und Weise des Fließens eines Stromes oder Flusses wird durch die Bodengestalt des Landes bedingt, in welchem er fließt. Tiefländer mit gleichmäßigem Gefäll haben entsprechend ruhig und regelmäßig fließende, leicht ins Breite gehende Ströme (Wolga), während aus den Gebirgen die Wässer mit Brausen und Rauschen rasch herausgestürzt kommen. Einem unvermittelten Abfall des Bodens entspricht ein heftiger Absturz des Wassers (Wasserfall). Lange ehe man Innerafrika so weit kannte wie heute, wußte man, daß es nach Westen hin stufenförmig abstürze; die Stromschnellen des Congo hatten es gelehrt. Der Fall des Niagara, welcher 48, der des Rheines bei Schaffhausen, welcher 24 Meter hoch ist, beide bezeichnen geologische Grenzen, bei denen eine Schicht scharf gegen eine andere abschneidet. Diese Wasserfälle sind durch ihre Wassermassen berühmt. Die meisten Wasserfälle gibt es natürlich im Gebirge und sie gehören ja fast überall zu den Hauptreizen derselben. Die höchsten unter ihnen, wie der Yosemite-Fall in Kalifornien, über 800 Meter, der Keelfoß in Norwegen, 650, die Krimler Ache in den Tauern, zweimal 300 Meter hoch, stürzen von Bergrändern in Thäler hinab. Aber sie sind oft geradezu wasserarm, weil in den hohen Gebirgen, aus welchen sie kommen, die Wässer keinen Raum finden, sich zu großen Wassermassen zu sammeln.

Durch die Bodengestalt wird die Raschheit des Fließens am meisten bedingt, daneben auch noch durch den Wasserreichthum. Ein mäßig fließendes Gewässer, wie z. B. der Rhein, soweit er schiffbar, legt in der Sekunde $^1/_2$—1 Meter zurück, aber die Wildbäche machen 12—15 Meter in derselben Zeit und der Rhein bei Basel, welcher bei gewöhnlichem Wasserstande eine Geschwindigkeit von 1 Meter in der

Digitized by Google

Sekunde besitzt, fließt bei Hochwasser gerade doppelt so schnell. Wenn nun ein Fluß im Gebirge entspringt und durch niederes Land der Mündung zufließt, wie es bei den meisten größeren der Fall, so ist er in sich selbst von sehr verschiedenen Eigenschaften, und es lassen sich nach denselben im Allgemeinen drei Abschnitte unterscheiden. Im oberen Lauf nämlich fließt er als Gebirgsfluß rasch und geräuschvoll, führt viel grobes Geröll, ist aber nicht übermäßig wasserreich; im Mittellauf ist er mäßiger in seiner Bewegung und ärmer an Geröll geworden, dafür wasserreicher; im Unterlauf endlich fließt er geradezu träg, hat fast die ganze Wassermasse, welche ihm überhaupt zukommt, ist in Folge dessen breit, führt höchstens noch den feinsten Schlamm mit sich und zertheilt sich endlich sehr oft gegen die Mündung zu in eine Anzahl von Armen, welche das darstellen, was man das „Delta" des Flusses zu nennen pflegt. Aber nicht alle Flüsse haben nothwendig diese drei Abschnitte. Es gibt welche, die nur Oberlauf sind, indem sie vom Gebirg herab unmittelbar ins Meer fließen, andere, die im Tiefland entspringen, zeigen oft fast von der Quelle an nur die Eigenschaften des Unterlaufes; wieder andere entbehren des Mittellaufs, indem sie aus dem Gebirge fast unvermittelt in das Tiefland eintreten; dahin gehört der Hoangho, „China's Sorge", dessen verwüstende Ueberschwemmungen eine Geißel des Landes sind und welcher vorwiegend darum so heftige Wirkungen ausübt, weil er mit der Heftigkeit des Gebirgsstromes in ein Tiefland mit lockerem Boden tritt, wo er immer neue Massen von Geröll ablagert, durch welche er sein Bett erhöht und sich selber staut und zum Aufsuchen neuer Ausmündungsstellen zwingt.

Die Wassermasse eines Stromes hängt hauptsächlich ab von der Menge des Regens oder Schnee's, die in seinem Gebiete fällt, von der Größe der Verdunstung in demselben und der Auffaugfähigkeit des Bodens, über welchen er fließt. Man nimmt an, daß von kahlen unzerklüfteten Gebirgen bis zu 60% der Niederschläge abfließen, von bewachsenen sanften Hängen nur etwa 30. Bei sehr großen Flußgebieten wird dieses Verhältniß noch geringer. So wird die vom Mississippi abgeführte Wassermenge zu kaum 1/4 der

Digitized by Google

Niederschläge seines Gebietes berechnet. Kleine Flüsse in sehr regenreichen Gegenden können wasserreicher sein als große, welche durch dürre Gegenden ihren Weg zu suchen haben. So wird z. B. der verhältnißmäßig kleine Atrato in Südamerika als der 4. Fluß Amerika's genannt, was Wasserreichthum betrifft, aber allerdings gehört er einem Gebiete an, wo durchschnittlich 6mal so viel Regen fällt als in Berlin. Im Gegensatz dazu gibt es in Innerasien beträchtliche Flüsse, welche, wie der Hilmend in Afghanistan, so viel verdunsten, daß sie oft nicht mehr ihr Mündungsgebiet zu erreichen vermögen. Der Mississippi führt stündlich im Durchschnitt 1980, der Rhein bei Emmerich 265, die Donau bei Wien 210 Millionen Kubikfuß. Bei Hochwasser können sich diese Zahlen auf das mehr als 100fache steigern. Der niederste Wasserstand der Isar beträgt 41,5, der höchste 1500 Kubikmeter in der Sekunde (1 : 36), für die Garonne bei Tarn sind die entsprechenden Zahlen 87 und 12,000 (1 : 138), bei Toulouse 36 und 5700 (1 : 158), für die Ems 1 : 134, für den Rhein bei Lauterburg 465 und 5010 (1 : 10,8). Die Menge der gelösten Bestandtheile ist auch hier am größten bei Niederwasser, am geringsten bei Hochwasser. Das Minimum ist nach Port 100, das Maximum 260 Milligramm per Liter.

Daß die Wassermengen in vielen Flüssen in dem letzten Jahrhundert abgenommen, die Hochwasser aber an Zahl und Höhe zugenommen haben, scheint nicht zweifelhaft. Hauptsächlich die Entwaldung der Zuflußgebiete, dann die den Abfluß beschleunigende Ausschleifung und Geradlegung der Thäler, weniger sicher auch klimatische Aenderungen dürften als wirkende Ursachen dafür angesprochen werden. Nur mit Vorsicht sind indessen bei der Unsicherheit der ältern Pegelmessungen Angaben aufzunehmen wie die, daß die Elbe bei Magdeburg von 1730—1830 um 1½', die Oder bei Küstrin von 1775—1835 um 1¼' gesunken sei.

Es gibt Flüsse, welche den regenarmen Theil des Jahres hindurch kein Wasser führen, um sich dann beim Eintritt reichlicher Niederschläge rasch zu füllen. Man findet sie in den Ländern mit scharfem Gegensatz in der Vertheilung der Niederschläge. Die trockenen Flußbetten, „Fiumaren" in Italien, „Wadis" in Nordafrika und Arabien genannt, gehören

Digitized by Google

zu den charakteristischen Zügen im landschaftlichen Bild dieser Regionen und haben eine große Bedeutung für das Leben der Wüsten- und Steppenbewohner. Einiges fließende Wasser findet sich nämlich immer in ihnen in der Tiefe und sie bilden deßhalb auch während der trockenen Zeit Oasen.

XIX.

Auflösung, Wegführung und Neubildung durch fließendes Wasser.

Abgleichende Funktion des fließenden Wassers. Auflösung. Aufgelöste Stoffe in Flüssen. Geröllführung. Größe der Geschiebe. Verwüstungen durch dieselben. Schlammführung. Farbe der Flüsse. — Verwitterung der Gesteine. Erosion durch Auflösung. Trichtergruben. Schratten. Höhlen. Kamine. Erosion durch Wegführung. Bergstürze. Thalbildung. Verschiedene Gattungen von Thälern. — Ablagerung. Schutthalden. Flußinseln und Flußwindungen. Erhöhung der Flußbetten. Terrassen. Flöße. Mündungsbänke und Delta's. Bildungsweise, Wachsthum und verschiedene Arten der Delta's.

Wichtig und interessant, wie die fließenden Gewässer einfach ihrer Erscheinung nach sein mögen, stehen doch ihre Wirkungen auf die Gestalt der Erdoberfläche, wenigstens für unsere geographische Betrachtung, nicht minder hoch. Viel mehr von den wohlbekannten Formen der Erdoberfläche, als man gewöhnlich glaubt, führt auf Wirkung fließenden Wassers zurück. Zwiefach ist dieselbe geartet. Einmal führt das Wasser theils vermöge seiner Fähigkeit, viele Stoffe in Lösung aufzunehmen, theils durch Mittheilung seiner Bewegung an andere Körper feste Stoffe mit sich, die anders unbeweglich wären, und bringt damit Bewegung in das Reich des Starren. Dann aber lagert es bald in Folge der Verlangsamung seiner Bewegung, bald weil es Gasform annimmt und so in die Luft steigt, bald weil die Stoffe, die es mit-

Digitized by Google

führt, sich selber verändert haben, diese letzteren wieder ab. Einerseits erzeugt es also Hohlräume in der Erde durch Wegnahme von festen Stoffen, andererseits füllt es Hohlräume aus durch Ablagerung von festen Stoffen und darin erfüllt sich hauptsächlich die Funktion, welche dem flüssigen Element in Gestaltung und Umgestaltung der Erdoberfläche zuertheilt ist. Der große Zug aber in dieser Funktion ist die Zernagung des Festen und die Ablagerung seiner Trümmer in dem großen Hohlraum, den das Meer ausfüllt. Aus dem Meer erzeugt sich immer wieder das fließende Wasser und zum Meere strebt es zurück und das Meer ist es, welches in diesem großartigen Tausche am Ende der gewinnende Theil ist; denn im Grunde ist das Endziel dieses ganzen Processes kein anderes als die Verlagerung der über das Meer hervorragenden Theile der Erdveste auf den Meeresboden.

Zunächst kommt dabei die Auflösung durch Wasser in Betracht. Es ist zu beachten, daß absolut reines Wasser auf der Erdoberfläche nicht vorkommt. Selbst das Regenwasser, indem es zur Erde fällt, enthält Luft und Kohlensäure und daneben in den bewohnten und vegetationsreichen Gegenden ganz regelmäßig auch kleine Antheile von Salpetersäure und Ammoniak. Diese Stoffe tragen wesentlich dazu bei, dem Wasser eine größere Auflösungsfähigkeit zu verleihen. Die Kohlensäure erhöht bedeutend die an sich geringe Fähigkeit des Wassers zur Auflösung einiger kohlensaurer Salze, vor Allem des Kalkes, der Magnesia, des Eisens, und eine Anzahl der sonst wenigst zersetzlichen Gesteine wird durch sie angegriffen. Die Luft bringt freien Sauerstoff hinein, der bei den die Auflösung vorbereitenden Oxydationsprocessen eine große Rolle spielt. Aber an und für sich besitzt das Wasser eine ausgedehnte Auflösungsfähigkeit. Es löst bei 0° Wärme in 100 Theilen Wasser 50 % kohlensaures Natron (Soda), 36 % Kochsalz, 25 % schwefelsaure Magnesia (Bittersalz), 12 % schwefelsaures Natron (Glaubersalz), 5 % Alaun, 0,2 % Gyps.

So finden wir denn nicht bloß in den eigentlichen Mineralquellen fast jeden einzelnen Stoff in Lösung, welchen es auf oder in der Erde gibt, sondern auch die Bäche und Flüsse enthalten nicht geringe Mengen fester Bestandtheile in

Digitized by Google

Auflösung. Nach Bischoff führt der Rhein bei Bonn in 100,000 Theilen 17,08, die Donau 14,14, die Elbe 12,69 gelöste Bestandtheile. Der fast stets vorwaltende unter diesen Bestandtheilen ist der kohlensaure Kalk, von welchem im Rhein 55—75, in der Rhone 82—94 % vorkommen. Außer ihm sind Gyps und Magnesiasalze am stärksten vertreten, wenn auch ihre absolute Menge gering ist im Vergleich zu der beider genannten Stoffe. Die scheinbare Geringfügigkeit dieser gelösten Bestandtheile, welche selten $^1/_{5000}$, in der Regel nicht über $^1/_{8000}$ der Wassermenge erreichen, verschwindet, wenn man die Menge des Wassers betrachtet, welche ein Fluß auch nur in einem Jahre ins Meer führt. Machen die gelösten festen Bestandtheile $^1/_{5000}$ des Wassers in einem Flusse aus, so führt derselbe in 5000 Jahren ebensoviel von denselben in das Meer, als das Gewicht der in einem Jahre demselben zugeführten Wassermenge beträgt. Hagen hat berechnet, daß allein aus dem kohlensauren Kalk des Rheines 332,539 Millionen Austern von gewöhnlicher Größe sich Schalen bauen können. Wie zu erwarten, ist der Gehalt an gelösten festen Stoffen am größten zur Zeit des niedersten Wasserstandes, wo die Quellen mehr zu der Wassermenge beitragen, welche ein Fluß enthält, als zu irgend einer anderen Zeit. Nach Bischoff führt der Rhein bei Bonn 11,23 (in 100,000 Theilen) bei Hochwasser und 17,08 bei Niederwasser. Damit, sowie auch mit der Thatsache, daß bei Eisbildung in Süßwasser die Salze ebenso zurückbleiben wie im Salzwasser, erklärt sich die fast immer zu beobachtende Zunahme der gelösten Stoffe des Wassers unserer Flüsse zur Winterszeit. Dieselbe ist besonders auffallend bei Gletscherabflüssen, welche im Winter fast nur aus Quellen sich speisen, während im Sommer die Gletscherabschmelzung sie gewaltig anschwellt. Die Arve, welche alle Gletscherwasser des eisumsäumten Chamouny-Thales aufnimmt, zeigte im August 12,8, im Februar 24,3 (in 100,000 Theilen) lösliche Bestandtheile, also fast das Doppelte im Winter.

Alle die stark vertretenen Salze stammen zweifellos aus den Gesteinen, welche die Zuflüsse eines Flusses in ihrem vielzertheilten oberen Lauf und besonders in den unterirdischen Abschnitten desselben aufnehmen, aus denen wir sie als

Digitized by Google

Quellen stark beladen hervorbrechen sahen. Das Uebergewicht des kohlensauren Kalkes erklärt die weite Verbreitung der Kalkgesteine, die verhältnißmäßig reichliche Vertretung des schwefelsauren Kalkes (Gypses) die leichtere Löslichkeit dieses Salzes, das sicherlich ebendeßhalb in größerer Menge vorhanden sein würde, wenn es ebenso massenhaft wie häufig vorkäme. In geringer Menge, aber nie fehlend, sind Kieselsäure und organische Bestandtheile nachgewiesen.

Diese in Lösung befindlichen festen Stoffe verschwinden allerdings fast im Vergleich zu den Schwemmstoffen, d. h. denjenigen, welche das Wasser mechanisch mit sich führt, die nicht aufgelöst sind, sondern nur in der Masse schwimmen. Die Größe und Art dieser Stoffe ist sehr verschieden. Sie variirt von gewaltigen Felsblöcken bis zum staubfeinen Löß und alle Arten von Gesteinen sind in denselben vertreten. Die größeren Schwemmkörper eines Flusses nennt man Geschiebe. Es ist nicht zu berechnen, welches die Maximalgröße eines Geschiebes sei, das von einem fließenden Gewässer fortbewegt werden könne; aber solche von 80 Cubikmeter kommen vor und nicht bloß im Hochgebirg. Ein Basaltblock von 150 Centner Gewicht soll z. B. von einem Wolkenbruch von der Rhön 1 Meile weit nach Stetten transportirt worden sein. Thatsache ist, daß die größten Geröllblöcke nur von den rasch fließenden und manchmal sehr heftig anschwellenden Oberläufen bewegt werden. Während die des Oberrheines bis zu 2 Meter und durchschnittlich $^1/_2$—1 Meter Durchmesser haben, ist bei Chur der Durchschnittsdurchmesser auf 25—30 Centimeter herabgesunken und bis zum Bodensee kommt überhaupt nur noch ausnahmsweise auch nur Kies hinab. Dieses Material wird natürlich nur am Grunde bewegt. Nach den Bestimmungen von Buat widersteht hier bei 3′ Geschwindigkeit ein eckiger Kiesel von Eigröße, bei 2′ ein abgerundeter von 1″ Durchmesser, bei 6″ feiner Sand und bei 3″ feiner Schlamm. Natürlich ist es nur schwer möglich, die Menge dieser Stoffe zu bestimmen, da die Untersuchung der Vorgänge am Grunde eines Flusses mit einer großen Zahl von Schwierigkeiten zu thun hat. Es ist nur eine Schätzung, wenn z. B. Humphreys und Abbott, die berühmten Mississippiforscher, annehmen, daß der Mississippi jährlich eine Masse von 2,5 Quadratkilometer

Digitized by Google

und 9 Meter Höhe (750 Millionen engl. Cubikfuß) in das Deltagebiet herabführe. Die Resultate der Geschiebeführung sind allerdings im Allgemeinen zu erkennen, wenn wir z. B. einen Blick auf das Mündungsland der Rhone werfen, wo die unfruchtbaren Kiesebenen der Camargue und der Crau auf Quadratmeilen von den Geschieben bedeckt sind, welche die Durance und Ourèze von den Westalpen herabbringen, oder wenn wir die breiten Kiesbetten der Flüsse der bayrischen Hochebene oder des Po oder die Fiumaren Italiens betrachten. Eher ist es möglich, einen Maßstab zu gewinnen bei den Bergbächen, welche bei plötzlichem Anschwellen eine kurze Zeit große Schuttmassen mitführen, um sie dann beim Ebben fast plötzlich abzulagern. So gibt es einen Maßstab für die Schuttführung, welche einem kleinen Bergbach möglich ist, wenn wir hören, daß bis zu 12,000 Cubikmeter Schutt in wenigen Stunden von einem vorher trockenen Wildbach bewegt wurden oder daß der Rothbach im Zillerthal bei der großen Ueberschwemmung im September 1878 die Kupferschmelze von Arzbach mit 12—15 Meter mächtigen Schuttmassen überschüttete oder daß im Arnthal die Fluren unter durchschnittlich 1 Meter hohem Schutt begraben wurden. Ganze Thäler sind in wenigen Jahrzehnten zu Steinwüsten geworden, so das Nollathal in dem kurzen Zeitraum von 1760—1808, und von der Haute-Provence wird angegeben, daß sie vom 15. bis 18. Jahrhundert die Hälfte ihres Kulturlandes eingebüßt habe. Von 1842—52 sank die Ausdehnung desselben von 99,000 auf 74,000 Hektaren. Traurig ist der Anblick der öden Kiesflächen, unter denen die Kulturen und Wohnstätten begraben sind. Surell sagt in seinem klassischen Werk über die Wildbäche der Hautes-Alpes: „Der Anblick dieses elenden Landes zieht das Herz zusammen. Man möchte es getödtet nennen. Die bleiche, gleichmäßige Farbe des Bodens, die Stille, die über ihm brütet, die abschreckenden Bergwände: alles scheint eine Gegend anzudeuten, aus welcher das Leben im Begriff ist sich zurückzuziehen."

Die Schlammführung ist eher der genauen Bestimmung zugänglich, da die Schlammtheilchen durch mechanische Mittel von bestimmten Mengen reinen Wassers getrennt werden können. Wie zu erwarten, ist sie sehr verschieden. Sie wird

Digitized by Google

zu 0,00035 für den Rhein bei Bonn (0,00078 bei Hochwasser), zu 0,009 für die Elbe bei Hamburg, zu 0,0006 für die Rhone bei Lyon, zu 0,005 für dieselbe im Deltagebiet, zu 0,0016 für den Nil (Hochwasser) angegeben. Wie man sieht, wechselt sie viel mehr als der Gehalt an aufgelösten Stoffen und ist im Gegensatz zu diesen am stärksten bei Hochwasser. Man begreift, daß die Auflösung als langsam wirkende Ursache beständigere Wirkungen erzeugt als die mehr von kurzzeitiger Thätigkeit abhängige mechanische Zersetzung und Wegführung. Großentheils von der Schlammführung abhängig ist die Farbe der Flüsse, welche so oft ihre Namengebung bestimmt. Der Hoangho oder Gelbe Fluß — von Johannes Müller etwas übertrieben sogar einmal Safranfluß genannt — hat viele Genossen, was Farbe anbetrifft, aber bräunlichgrau dürfte am häufigsten vorkommen. Die Alpenabflüsse haben in der Regel eine graulichgrüne Färbung, die bei Absatz des Schlammes oft in ein reines Grün übergeht. Roth ist in der Regel nur eine lokale Flußfärbung, die vielen „rothen" Flüsse haben ihren Namen mehr vom Bräunlichen ihrer Farbe, aber vom Congo wird angegeben, daß seine „röthlichen Wasser" noch ca. 8 Meilen ins Meer hinaus sichtbar seien. Tropenflüsse, die mit organischen Stoffen reich geschwängert sind und über einen dunkeln Moderboden fließen, heißen oft „schwarz" (Niger, Senegal). Weißliche Ströme sind in hellen Mergelgegenden nicht selten (White River in Nordamerika, Coanza). An der Gangesmündung reicht die Trübung des Meeres ca. 20 engl. Meilen hinaus.

Die Verwitterung ist Vorbedingung der Schlamm- und Geschiebeführung der Flüsse, ebenso wie die Auflösung die des Vorhandenseins von gelösten Bestandtheilen ist. Es liegt schon im Namen Verwitterung die Hauptursache derselben ausgesprochen: das „Wetter". Zunächst ruht sie auf chemischer Zersetzung. Die Luft und das Wasser, welche zusammen das Wetter machen, sind die Hauptursachen der Verwitterung. Daß sie nichts von innen heraus Wirkendes ist, sondern von außen nach innen vorschreitet, lehrt die Entfärbung der Gesteine an ihrer äußeren Rinde. Dunkle kohlenhaltige Kalksteine werden hellgrau, oft selbst weiß, eisenhaltige rothbraun, Dolomite hellgelb, Molasse grünlich oder gelblich,

Digitized by Google

Trachyt hellgrau u. s. f. Der Sauerstoff der Luft, durch Feuchtigkeit in innige Berührung mit dem Gesteine gebracht, oxydirt gewisse Stoffe derselben, umgibt sie mit einer „Oxydationsrinde". Tiefergehende Processe dieser Art sind der Zerfall feldspathaltiger krystallinischer Gesteine in Thonerde und kieselsaurer Salze, die Oxydirung des Eisenoxyduls und des Schwefelkieses (Schwefeleisen), die Umwandlung unlöslichen kohlensauren Kalkes in löslichen doppeltkohlensauren Kalk. Die Raschheit dieser chemischen Vorbereitung des Zerfalles hängt nicht bloß von der chemischen Zusammensetzung, sondern auch dem Baue der Gesteine ab. Je leichter das Eindringen der Luft und des Wassers, desto rascher, unter sonst gleichen Bedingungen, der Zerfall. Im Allgemeinen gehen die chemischen Zersetzungen am raschesten in den Kalksteinen oder stark kalkhaltigen, dann in den grobkrystallinischen, und besonders den schieferigen unter denselben, wie Gneiß, Glimmerschiefer, Thonschiefer, dann in den stark eisenhaltigen vor sich. Da bei den kalkhaltigen auch noch die auflösende Kraft energisch thätig ist, so können sie wohl, alles zusammengenommen, als die leichtest zerstörbaren bezeichnet werden. Aber in unseren Klimaten dürften die spaltenreichen und dadurch der Frostwirkung besonders zugänglichen Schiefer fast ebenso rasch zu Grunde gehen. Sehr widerstandsfähig sind dagegen überall die dichten plutonischen Gesteine, wie Porphyr, Trachyt, Basalt, Lava.

Die Wirkungen des Frostes sind sehr bedeutend dadurch, daß das Wasser seine größte Dichtigkeit erheblich oberhalb des Gefrierpunktes erreicht, weßhalb es beim Gefrieren sich ausdehnt. In der That ist das specifische Gewicht des Eises 0,916; Eis ist also um fast $^1/_{10}$ leichter als Wasser. Die Thatsache, daß die meisten Berggipfel aus Felstrümmern bestehen, und die Ausfüllung der hochgelegenen Thäler, der Himalaya-Pässe u. a. mit Trümmermassen, die offenbar nicht vom Wasser gebracht sind, da sie scharfe, unabgeschliffene Kanten haben, scheint auf die Sprengthätigkeit des Frostes zurückzuführen. Die scharfkantigen Blöcke der Gletschermoränen dürften gleichen Ursprungs sein. Lockere Gesteine leiden mehr durch den Frost, weil sie im Winter ganz von Eis durchzogen werden. So rücken z. B. die Lehmufer der pommer'schen Küste

Digitized by Google

regelmäßig dadurch zurück, daß sie jedes Jahr so weit einstürzen, als der Frost in sie eingedrungen war. Sandsteine dürften an der Feuchtigkeit zugänglicheren Stellen aufgelockert und damit durch stellenweisen Zerfall jene seltsamen ruinenartigen Erosionsformen gebildet werden, welche viele Sandsteingebirge auszeichnen.

Der innere Aufbau der Gesteine kommt in mancherlei Weise sowohl den chemischen als mechanischen Wirkungen entgegen. Die schieferige Struktur ist in diesem Zusammenhange bereits erwähnt. Finden sich härtere Gänge in weicherem Gestein, so bleiben sie oft bestehen, während dieses zerfällt. So ragen denn Basaltmauern in Nordirland mehr als meterhoch und Quarzgänge im Lyonnais bis über 10 Meter mauerartig empor. Aehnlichen Unterschieden danken wohl viele der seltsamen vereinzelten Felsen, die oft mehrere Hundert Meter hoch säulen- oder thurmartig emporragen, Thore, Gänge u. dgl. bilden, ihre Gestalt. Und im Kleinen gehört die höckerige Verwitterungsfläche der Nagelflue und grobkrystallinischer Granite hierher. Sie sind am häufigsten im Granit und Sandstein. Auch die überraschende, wilde Erscheinung der Felsenmeere, welche denselben Gesteinen eigen, dürfte hierher gehören. Manche Gesteine zertheilen sich bei der Verwitterung mit Vorliebe nach gewissen Richtungen. So die Granite kugel- und kuppelförmig, die Sandsteine quaderförmig. Basalte, die oft von vornherein säulenförmige Absonderung zeigen, verwittern auch demgemäß. Höhlenreiche, poröse Dolomite verwittern klippig und zackig. Die Bedeutung verschiedener Verwitterungsarten für die Bergformen haben wir bereits angedeutet (s. S. 122).

In diese Gruppe von trümmerhafter Verwitterung, bei welcher nach Fortführung eines Theils einer Gesteinsmasse der Rest gleichsam als Ruine stehen bleibt, sind auch jene merkwürdigen Schuttsäulen zu zählen, welche an verschiedenen Orten beobachtet worden sind, besonders schön am Finsterbach oberhalb Botzen. Hier befand sich ursprünglich eine Schuttmasse, alte Gletschermoräne, auf welcher zerstreute Felsstücke lagen. Der Thon dieses Schuttes erhärtet leicht und bildet dann Spalten, die bei starken Regengüssen vertieft wurden. Indem die feineren Bestandtheile so weggeschwemmt wurden,

Digitized by Google

blieben säulenartig die von darüberliegenden Gesteinsstücken geschützten Theile stehen und so stehen denn Säulen da, oder besser sehr hohe und schmale Pyramiden (denn ihre Seiten sind kantig) von 20 Meter Höhe, welche von 3 Meter im Durchmesser haltenden Steinplatten bedeckt werden.

Nicht zu übersehen ist die Theilnahme der Pflanzen an den Verwitterungsvorgängen. Manche Flechten siedeln sich ausschließlich auf Gesteinen an, auch wenn dieselben noch unzersetzte Oberflächen bieten. Sie halten Feuchtigkeit und Staub an, bieten andern Gewächsen, zunächst Moosen und Gräsern, die Möglichkeit, sich anzusiedeln, die dann nicht bloß ihre Würzelchen in die feinsten Spältchen des Gesteines senken, sondern auch durch Absonderung von Huminsäure die chemische Zersetzung fördern.

Als bedeutendste unmittelbare Folgen von Verwitterungsvorgängen erscheinen die Fels- und Bergstürze, von denen nicht nur die Trümmererfüllung zahlreicher Thäler, sondern auch geschichtliche Zeugnisse mehr als genug uns Kenntniß geben. Die erste Ursache derselben ist immer die Verwitterung, welche gewissermaßen den Boden vorbereitet und das Material aufhäuft, welches dann durch Erdbeben, Erweichung unterliegender Schichten, Höhleneinsturz, Einsturz von gewölbartigen Schichtenlagerungen, oft aber auch aus keinem unmittelbar erkennbaren Grund zu Thale geht. Eigentliche Felsstürze sind besonders häufig im Kalkgebirge. Die Zerstörung Velleja's (südlich von Piacenza) im 4. Jahrh. n. Chr. durch den Sturz des Berges Rovinazzo, die Begrabung Tauretunums am Genfersee durch einen Felssturz in 883, die Zerstörung des Fleckens Plurs bei Chiavenna sammt 2430 Einwohnern durch den Gneißberg Conto in 1618, die Bildung eines 30 Meter hohen Steinwalles durch Gipfeleinstürze der Diablerets in 1714 und 1749 sind einige der hervorragenderen Beispiele von Felsstürzen. Von Bergstürzen, die mit Schlammströmen verbunden waren, ist vor allen der von Goldau zu nennen, bei welchem von einer in 35—40° Neigung auf Thon lagernden Schicht Nagelflue nach regenreichem Winter und Sommer am 2. September 1806 ein Felsdreieck von 1/4 Meile Breite abrutschte und mit einer Geschwindigkeit von 20 Meter die Sekunde zu Thale ging, wo 1 Quadrat-

Digitized by Google

stunde schönen Thalgrundes völlig zum Felsenmeere umgewandelt ward. Es stürzten Blöcke von 28 Meter Länge und 6 Meter Dicke und man empfand in Arth ein erdbebengleiches Zittern. Ein Sturz unter ähnlichen Umständen brachte im 16. Jahrhundert am Vorderglärnisch eine Felsenmasse herab, die ca. 80,000 Quadratmeter bedeckt. Anderer Art sind Abstürze von Seeufern, wie z. B. 1875 am linken Ufer des Züricher Sees einer stattfand, bei welchem 60,000 Cubikmeter nebst einem Stück Eisenbahn in den See stürzten. Mehr schon in die Klasse der Wildbäche gehören die Abstürze von Erdmassen, die durch Wasser zu Schlamm erweicht sind, wie 1868 einer bei Weesen sich ereignete, wobei der Schlammstrom 48 Stunden floß, 20 Häuser zerstörte und eine weite Fläche mit $1\frac{1}{2}$ Meter hohem Schutt bedeckte.

Unter den Wirkungen der Auflösung durch Wasser an und in der Erde sind am bemerkenswertheften die Trichtergruben, die Schratten und die Höhlen. Das Wasser, welches als Gehülfe bei der Verwitterung ungemein thätig ist, schafft durch Auflösung eine Anzahl von selbstständigen Formen, die dann ihrerseits wieder Ausgangspunkte von Verwitterung werden. Nur Kalkstein wird in solcher Menge vom Wasser aufgelöst, daß entschieden nur der Auflösung und nicht etwa auch der mechanischen Abreibung zuzuschreibende Gebilde wie diese in ihm häufig vorkommen. Gyps, der der Auflösung noch leichter verfällt, kann zu ähnlichen Bildungen Anlaß geben, aber er ist an der Erdoberfläche wenig verbreitet. Bei anderen Gesteinen treten im Allgemeinen die Wirkungen der Auflösung zurück gegenüber denen der mechanischen Verwitterung und Wegführung.

Trichtergruben finden sich in allen Kalkgebirgen und stellen in vielen eine ganz gewöhnliche Erscheinung dar, so auf der Hochebene des Teutoburger Waldes, des Haarstranges, der Rauhen Alb, des Karst, der nordseeländischen Kreide, des westalleghanischen Kalkplateaus u. s. f. Es sind in der Regel trichterförmige Gruben mit einer Oeffnung am Grunde, durch welche selbst beträchtliche Wassermengen rasch abfließen können. Ihre Größe kann sehr verschieden sein; mit die größten scheint es in dem kalk- und wasserreichen Nordflorida zu geben, wo welche von 1000 Meter Durchmesser beschrieben

Digitized by Google

werden. Ihre Bildung geschieht wohl fast immer von unten her, indem unterirdische Wasserläufe Höhlungen auswaschen, welche dann ihrerseits Einstürze der Oberfläche erzeugen. Ein Beweis dafür liegt darin, daß, wo viele Trichtergruben vorkommen, auch häufig Erdfälle stattfinden, so z. B. in Nordseeland, wo noch in unserer Zeit der Norrsee sich durch einen Erdfall in seinem Grunde plötzlich entleerte und eine große Trichtergrube zurückließ. Einen weiteren Beweis liefern Trichtergruben von Oesel, die Eichwald beschrieben hat und bei welchen die nach dem Trichtergrunde zu zusammenneigenden Schichten des Kalksteines noch deutlich zu erkennen sind. In einer von ihnen verliert sich der Abfluß des Ochtiassees. Ein sehr großer Theil von Oesel macht den Eindruck, auf diese Weise allmählich eingesunken zu sein.

Eine mehr durch massenhaftes Auftreten als durch Größe der einzelnen Auflösungsgebilde merkwürdige Erosionsform dieser Gruppe sind die Kalkschratten oder Karrenfelder, welche aus zahlreichen rinnenartigen, aber selten fortlaufenden, sondern stets wieder von einander durch stehengebliebene Leisten des Kalksteines gesonderten Aushöhlungen bestehen, die die Oberflächen von Kalkfelsen oft in weiter Ausdehnung derartig zerschneiden, daß ihre Ueberschreitung die größte Schwierigkeit bietet. Es ist ihr erster Ursprung wahrscheinlich durch Ungleichheiten im Gestein bedingt, welche dasselbe an einer Stelle rascher als an der anderen aushöhlen lassen; in diesen Höhlungen bleibt Wasser stehen, das weiterfrißt und bei jedem Regen und jeder Schneeschmelze ergänzt wird. Es scheint nicht nothwendig zu sein, die Karrenfelder als alte Gletscherböden anzusehen, oder zu ihrer Erklärung eine Torfdecke mit ihrer Wurzelabsonderung auflösender Ulminsäure anzunehmen, wiewohl nicht zu läugnen ist, daß selbe unter diesen Bedingungen noch leichter entstehen mögen, als an der Oberfläche. Uebrigens findet man seltsam verschlungene Höhlungen der verschiedensten Gestalt und Tiefe fast auf allen größeren Kalksteinmassen, die andauernden Einwirkungen der Atmosphärilien ausgesetzt waren.

Am folgenreichsten ist aber jedenfalls unter den Auflösungswirkungen die Höhlenbildung. Die Bildung von Höhlen, d. h. von Hohlräumen unter der Erde findet in viel

Digitized by Google

ausgedehnterem Maße statt, als man geneigt ist, nach den verhältnißmäßig wenigen zu urtheilen, die man durch zufällige Aufschlüsse kennt oder die von Natur bloßliegen. Wir verstehen bei der großen Ausdehnung der unterirdischen Wasserläufe die Nothwendigkeit eines großen Netzes von Gängen, Kanälen, Becken u. s. w., welche die Wege des Quellwassers bilden. In schwer zersetzlichen Gesteinen wird dasselbe allerdings in Spalten seinen Weg zu suchen haben, welche nur zufällig den Charakter von Höhlen annehmen, aber selbst hier kommen z. B. in dem oft mit Vorliebe schalig sich zersetzenden Granit dann und wann Höhlen vor; ich erinnere an die sagenumwobenen Krystallkeller des Alpengranits, welche gleichsam riesige Krystalldrusen darstellen, deren Wände mit Bergkrystallen, „Strahlern", ausgekleidet sind. Indessen sind Höhlen in krystallinischem Gestein immerhin Seltenheiten und nur in den Laven treten sie häufiger auf, wo sie indessen nicht durch Aushöhlung, sondern durch die rasche Erstarrung der Schlackenhülle entstehen, aus welcher die flüssige Lava sich dann zurückzieht. Sie sind also Erstarrungserscheinungen. Schiefergesteine, welche bei Zersetzung und Wegführung nachsinken, „sich setzen", sind natürlich selten zur Höhlenbildung tauglich. Dagegen sind es in hohem Grade alle Gesteine, in deren Zusammensetzung der Kalk eine große Rolle spielt, vor allen die eigentlichen Kalksteine und die Dolomite. In ihnen bilden die Höhlen oft weit verzweigte Systeme, deren Ausdehnung sich nach Meilen bemißt. Eine der größten Höhlen ist die Mammoth Cave in Kentucky, der man 223 Verzweigungen mit einer Gesammtlänge von 220 Kilometer zuspricht. Gewöhnlich wechseln dabei größere gewölbte Räume mit schmäleren Kanälen und Schluchten ab. Auskleidung mit Tropfstein, der bald einfach die Wände überzieht wie Stuck, bald in phantastischen Stalaktiten von der Decke herabhängt, Säulen, Thore und alle möglichen Wundergebilde aus einfachem Kalkspath hervorzaubert, erhöht oft den geheimnißvollen Reiz dieser unterirdischen Gebilde. Sehr oft münden sie an den Felswänden tief eingeschnittener Thäler aus und dann bedeckt nicht selten ihren Boden Schlamm und Sand, welchen die Wellen hereingeführt — ein Zeichen, daß sie vom Wasser des Flusses erreicht wurden, ehe derselbe sein

Digitized by Google

Bett in diesem Thale durch fortschreitende Ausspülung tieferlegte.

Als eigentliche Höhlen sind nicht die nischen- oder stubenartigen Aushöhlungen zu betrachten, wenn sie auch erhebliche Tiefe erreichen können, welche von den Wellen des fließenden Wassers oder auch von denen des Meeres in Uferwände eingewaschen werden. Sie mögen theilweise der auflösenden Wirkung der angeschleuderten Wellen entspringen, aber sie sind wohl größtentheils gleich den Riesentöpfen am Grunde fließender Gewässer auf mechanische Wirkung zurückzuführen. Im letzteren Falle ist Ausschleifung durch von den Wellen rasch umhergetriebene Kiesel oder Sand fast sicher die Ursache der oft in den kühnsten Spiralen gewundenen Vertiefungen, welche in einzelnen Fällen bis zu mehreren Metern Tiefe aufweisen. In Gletschern findet sich besonders häufig die Gelegenheit zu ihrer Bildung, da hier in den „Gletschermühlen" reichliches Wasser fast senkrecht auf den Gletscherboden fällt und Massen von Schutt als Werkzeug seiner Bohrarbeit begegnet.

Diese Erosionserscheinungen alle sind vereinzelt, bleiben auf enge Grenzen beschränkt. In großen, weitverzweigten Richtungslinien vollzieht sich hingegen diejenige Gruppe von Erosionserscheinungen, welche zur Thalbildung führen. Thäler sind die Rinnen, in welchen das fließende Wasser sich bewegt und dieses hat sich entweder dieselben ganz allein ausgehöhlt oder es hat den Weg benützt, welchen eine Falte in der Erdoberfläche ihm wies, und hat denselben nach seinen Bedürfnissen vertieft oder erweitert, unter Umständen auch erhöht. Nachdem wir diesen Unterschied bereits hervorgehoben haben (s. o. Abschn. XIII), können wir hier die Thäler ausschließlich in ihrer Eigenschaft als Erzeugnisse der aushöhlenden und wegführenden Wirkung des Wassers betrachten. Denken wir uns einen regelmäßigen Hügel, dessen Gipfel schmelzender Schnee bedeckt, so finden wir, daß das Schmelzwasser sich in Bächlein vertheilt, welche strahlenförmig vom Gipfel nach dem Fuß des Hügels hinstreben. Es wird aber dieser Abfluß nach unten hin kein vollständig gleichmäßiger sein können, da das Terrain selbst des ideal regelmäßigsten Hügels kein ganz gleichmäßiges ist. Die Abflüsse werden an

Digitized by Google

einem Punkte abgelenkt, an einem andern fließen sie zusammen und nach einiger Zeit haben sich ganz naturgemäß verschiedene verzweigte Systeme, kleine Flußsysteme entwickelt, welche jeweils einen größeren Kanal zum Mittelpunkt haben. Dieß ist die erste bemerkenswerthe Wirkung des Wassers auf eine Erdhöhe: Es wirkt nicht gleichmäßig, sondern concentrirt seine Wirksamkeit auf gewisse Oertlichkeiten, welche durch die Beschaffenheit der Gesteine oder die Neigung des Bodens geeigneter sind als andere, der Erosion einen Spielraum zu bieten. Dieß ist der Anfang einer Thalbildung. Diese Kanalbildung beginnt aber meist erst in einem gewissen Niveau, wo einerseits die Steilheit der Abhänge geringer, andererseits die Wassermasse größer geworden ist. Oberhalb dieses Niveau's finden wir keinen Centralkanal, kein Hauptthal, sondern aus zahlreichen kleineren Zuflüssen fließt das Wasser in Rinnen und Runsen zusammen. Aber gerade hier ist es, wo die Erosion am mächtigsten wirkt. Die erodirende Wirkung des Wassers, seine Fähigkeit, die Gesteine zu zerreiben und abzuschleifen, wächst mit seiner Geschwindigkeit. Je rascher es fließt, desto rascher gräbt es sich in das Gestein ein, desto mächtiger wirkt es zersetzend auf die Gesteine. Aber die Geschwindigkeit hängt wieder ab von der größeren oder geringeren Abschüssigkeit der Fläche, über welche es hinfließt, und gerade in den höchsten Theilen der Gebirge finden wir die Steilheit der Gehänge am größten. Es kommt hinzu, daß durch das lange Liegenbleiben des Schnees das Erdreich einer anhaltenden Durchfeuchtung unterworfen ist, welche es tief hinab zersetzt. Ganze Erd- und Gesteinsmassen werden durch das langsam durchsickernde Schmelzwasser des Schnees in eine halbflüssige Masse verwandelt, welche zu irgend einer Zeit von einem Sturzbach mit Leichtigkeit weggeschwemmt wird. Endlich kommen noch die Gletscher hinzu, in welche in den eigentlichen Hochgebirgsregionen fast jedes Thal ausläuft, und deren erodirende und transportirende Wirkung eine großartige ist.

So vereinigt sich also hier im oberen Theil oder im Hintergrund der Thäler alles, um der Erosion einen möglichst günstigen Boden zu bieten, und wer je in einem Thalhintergrund das Rieseln, Stürzen und Prasseln vernommen hat,

Digitized by Google

das nie ein Ende nimmt, mag sich einen Begriff machen von der Arbeit, die hier im Sommer vor sich geht. Im Winter scheint sie freilich still zu stehen, soweit die Wasser durch Eis gefesselt sind, aber in dieser Zeit wirkt bei wechselndem Aufthauen und Gefrieren der Frost zersprengend und zerklüftend auf die Felsen und bereitet auf diese Weise die sommerliche Erosionsarbeit gewissermaßen vor. Es ist kein Zweifel, daß durch diese Vereinigung so vieler zersetzender Faktoren, welche im oberen Laufe der Bäche und Flüsse in den Hochthälern sich zusammenfinden, die energischste Thalbildung eben in ihnen statthat.

Im Vergleich mit diesem lebhaften Zerstörungswerk ist die Erosion in den eigentlichen Thälern abgeschwächt. Sie wird wesentlich bedingt durch diejenigen Eigenschaften, welche das Wasser im fließenden Zustand entfaltet, und welche zurückzuführen sind auf abschleifende und reibende Wirkungen. Der Schutt, den die Bäche aus den höheren Theilen des Gebirges herabbringen, spielt dabei eine große Rolle, indem er gewissermaßen die Werkzeuge liefert, mit denen das fließende Wasser die Gesteine seines Bettes und ganz besonders die Hindernisse desselben abzuschleifen sucht. Das Ziel dieser Erosion ist die Erreichung der Ebene auf einer möglichst kurzen Bahn unter Wegräumung aller Hindernisse. Diese Arbeit kann sehr lange Zeit in Anspruch nehmen und wir sehen ihre Ergebnisse auf den verschiedensten Entwicklungsstufen in jedem Flußgebiete vor uns. Ist sie noch nicht weit fortgeschritten, so haben wir das vor uns, was der Geolog ein „junges Thal" nennt, ist sie an ihrem Ende angelangt oder demselben nahe, so ist das Thal so viel als möglich ausgeschliffen und läßt dem Wasser wenig Arbeit übrig. Es ist dann ein „altes Thal".

Wir sehen, welches die Bedingungen der Thalbildung durch Erosion: Gefäll und fließendes Wasser. Dieses ist durch jenes bedingt. Daneben sind von Einfluß die Zersetzbarkeit des Bodens und die Schuttführung des Wassers, letztere vorzüglich bei hartem Gestein, auf welches das fließende Wasser allein nur wenig Wirkung zu üben vermag. Von dem verhältnißmäßigen Antheil dieser Faktoren am Gesammtergebniß, dem Thal, hängt dessen Charakter im Wesentlichen ab. Ist das Gefäll stark und ist dabei der Wasserreichthum

Digitized by Google

nicht unbeträchtlich, so wird dasselbe tief einschneiden, weil es um so zusammengefaßter wirkt, je rascher es fließt. Es entstehen so die tiefen und schmalen Thäler unserer Gebirgsabhänge, die dem Wasser sehr bestimmte Bahnen anweisen. Trifft dieses Wasser mit seiner concentrirten Fließkraft auf einen Widerstand, so wird es denselben in geradester Linie zu überspringen oder zu durchbrechen suchen, und wenn dieß nicht gelingt, ihn umgehen. Im ersteren Falle entstehen die Wasserfälle und Stromschnellen, in welchen das Wasser zu sehr raschem Fließen genöthigt wird und welche in Folge dessen Stätten sehr heftiger Erosion sind. Lyell nimmt z. B. vom Niagarafall an, daß er durchschnittlich im Jahre um 1 engl. Fuß zurückweiche, so daß wohl 35,000 Jahre verflossen seien, seitdem er begonnen habe, den tiefen Kanal auszuhöhlen, in dem er jetzt vom Falle an bis zu seiner Ausmündung im Ontariosee fließt. Wie eine Abbildung zeigt, welche vom P. Hennepin, dem Entdecker der Niagarafälle, 1678 gefertigt ward, haben dieselben schon heute eine ganz erheblich andere Gestalt angenommen. Uebrigens sind andere von Süden her in den Erie- und Ontariosee einmündende Flüsse, wie Genesee, Canaserowlie u. a. vielleicht noch bessere Beweise für dieses Rückschreiten der Wasserfälle durch Erosion, denn man findet die Fälle der annähernd gleich starken Flüsse heute oft in ungefähr derselben Entfernung von ihrer Mündung, woraus man schließen kann, daß sie ziemlich gleichmäßig vorgerückt oder vielmehr zurückgerückt sind.

Ueben Wasserfälle diese ausbohrende Wirkung auf minder starres Gestein, in welches keine festen Wände zu brechen sind, so ist das Resultat die Bildung einer geneigten Ebene, welche an Stelle des Absturzes tritt und so wird aus dem Wasserfall eine Stromschnelle. Dieser Vorgang scheint sich bei den Fällen des Oberen Mississippi bei S. Anthony zu vollziehen. Wie an die Durchbrechung eines solchen Hindernisses sich eine Tieferlegung des weiter oben gelegenen Flußbettes und damit Terrassenbildung anschließen kann, wird bei der Besprechung der Ablagerungen zu besprechen sein.

Viele Thäler in Gebirgen und Hochebenen zeichnet nichts so sehr aus als die Tiefe ihres Grundes und die Steilheit ihrer Wände. Unsere Namen Klamme, Schlucht, Enge

Digitized by Google

bezeichnen diese Thalform zur Genüge. Ihnen entspricht das spanische Cañon, welches Röhre oder Rinne bedeutet. Dieses

Fig. 20.
Grand Cañon des Coloradoflusses (Nordamerika).

Wort hat mit der Zeit eine Art von typischer Bedeutung erlangt, indem es vorzüglich angewandt wurde auf die Thäler der zerklüftetsten, schluchtenreichsten Gegend, die man vielleicht

Digitized by Google

auf der Erde kennt, nämlich auf die des Flußgebietes des Colorado im südwestlichen Nordamerika. Von hohen schneebedeckten Gebirgen fließen dort Green und Grand River dem Californischen Golfe zu über ein Plateau, welches 2000 Meter und stellenweise noch höher ist und in welches sie sich an einzelnen Punkten bis zu dieser Tiefe eingeschnitten haben. Thatsächlich gibt es dort Thalschluchten von 2000 Meter senkrechter Tiefe. Indessen kennen wir ähnliche Erscheinungen aus dem Gebiete des mittleren Hoangho, des Oranjestromes und anderer Flüsse, wenn sie sich auch nicht mit dieser Großartigkeit wiederholen und nur an wenigen Orten so gesellig auftreten wie hier, wo „das ganze Land in unregelmäßige kantige Blöcke zerklüftet ist, die als Wälle, Thürme und Schanzen, tiefe Thäler und höhlenartige dunkle Schluchten dastehen" (Powell). Die Ausdehnung und Großartigkeit dieser Cañonsysteme ist erstaunlich. „Das Plateau," sagt derselbe Forscher, „ist durch diese Abgründe in Mauern zerklüftet und gleicht einem Ruinenfeld. Meilenbreite Strecken sind weggeschwemmt, isolirte Berge sind in den Klüften stehen geblieben. Spalten, die so tief, daß das Auge ihr Dunkel nicht zu durchdringen vermag, sind durch Felswände getrennt, die man glaubt umspannen zu können, und schlanke Thürme, die auf ihrer Grundlage zu zittern scheinen, schießen 1000 Fuß hoch in die Luft."

Während für die entsprechend geformten Thäler unserer Alpen u. a. Gebirge ohne Zweifel die Höhe des zu durchbrechenden Hindernisses und ihr eigenes Gefäll die Tiefe sammt der Steilheit der Wände bestimmen, scheint hier, wo Cañons die fast ausschließliche Thalform bilden und wo die Flüsse fast in ihrer ganzen Länge in denselben fließen, noch eine andere Erklärung nothwendig. In der That walten in den großen Cañonregionen zum Theil eigenthümliche Verhältnisse, welche bei der Erklärung der Cañonbildung zu berücksichtigen sind. Im Gebiet des Hoangho sind einem Gebirge von gegen 4000 Meter Höhe sehr leicht zerfallende und mit Vorliebe senkrecht sich zerklüftende Lösmassen vorgelagert, in welche der mit starkem Gefäll herabkommende Strom sich mit Leichtigkeit einbohrt. Im Colorado- und Oranje-Gebiet haben wir Tafelländer, welche durch große Wasserarmuth

Digitized by Google

ausgezeichnet sind und über welche gleichfalls mit starkem Gefälle die fließenden Gewässer ihren Weg suchen. Der Gegensatz von Tafelland und Gebirg ist auch hier die erste Ursache der Cañonbildung. Außer ihrer Erosion findet in diesen dürren Regionen so gut wie keine andere statt, es ist also eine sehr einseitige und entsprechend scharf ausgeprägte. Für das Colorado-Gebiet ist außerdem noch die Hypothese aufgestellt worden, daß der Fluß der ältere, das Tafelland der jüngere von den thalbildenden Faktoren sei; indem das letztere gehoben worden sei zu einer Zeit, wo jener schon floß, hätten sich die tiefen und steilen Thäler in dem Maße einschneiden müssen als die Schichten sich hoben. An den Abhängen der Hochebenen von Mexiko sind ebenfalls tiefe Schluchtenthäler eingegraben, welche man „Barrancas" nennt. Fälschlich ist dann dieser Name als allgemeine Bezeichnung auf die Erosionsschluchten an Vulkankegeln als ein generischer Ausdruck übertragen worden.

Man hat keine Vorstellung von den Zeiträumen, in welchen die Thalbildung sich vollzieht. Die oben für das Vorrücken der Niagarafälle gegebene Schätzung kann für sich allein keinen Maßstab abgeben in Betracht der besonderen Verhältnisse und vorzüglich der ungewöhnlich großen Wassermassen, die dabei ins Spiel kommen. Verwerthbarer ist in dieser Richtung der 15—30 Meter breite und an einzelnen Punkten 12—16 Meter tiefe Kanal, den sich der Simeto am Westfuß des Aetna in einen Lavastrom gegraben hat, der 1603 über ihn wegfloß. Eine solche Leistung des fließenden Wassers im Zeitraum von noch nicht 3 Jahrhunderten ist um so erstaunlicher, wenn man erwägt, daß diese Lava zu den massivsten und härtesten gehört. Uebrigens wird allen Zeitberechnungen, die nicht in so ausnahmsweis günstigen Umständen angestellt werden können wie diese, eine starke Störung bewirkt werden durch die Hemmung, die der Fluß seiner eigenen Thätigkeit dadurch bereitet, daß er immer zugleich ablagernd und aushöhlend wirkt. Der Wasserreichthum ist natürlich ein großer Faktor der Thalbildung. Es genügt ein Blick auf die Karte eines Gebietes, in welchem sehr wasserreiche und sehr dürre Regionen aneinander grenzen, um den großen Einfluß zu erkennen, welchen das Wasser auf die Gestaltung eines Gebirges ausübt. Die

Digitized by Google

gesammte fransenartige Gliederung z. B. des Himalaya-Abhanges ist eine Wirkung des Wassers, denn sie fehlt nicht bloß am Nordabhang, sondern auch an den Abhängen des südlichen Küen-lün u. a. dürrer Gebirge.

Gewaltig ist vor allen die Erosion der fließenden Wasser in den regenreichen tropischen Regionen. Am Südabhang des Himalaya von Sikkim z. B. steigen die Flüsse durchschnittlich jede Stunde, Landschlüpfe von 1000 und mehr Meter Länge (dem Gebirge entlang) und daraus resultirende Aufdämmungen sind gewöhnlich. In den Khasia Hills (nördlich der Gangesmündung) am Südostfuß des Himalaya ist die denudirende Wirkung sogar so groß, daß kein Wald, sondern nur Moorvegetation sich entwickeln kann. Allerdings fällt hier fast 20mal so viel Regen als bei uns im mittleren Deutschland!

Ueber die thalbildende Wirkung des Eises s. o. S. 141 und S. 270.

Die Ablagerung der festen Stoffe, welche ein fließendes Wasser mit sich führt, ist nicht auf bestimmte Strecken seines Laufes beschränkt, sondern sie findet überall in demselben statt, nur in verschiedenem Maße. Die Stoffe, welche aufgelöst sind, hat das Wasser keine Mühe mit sich zu führen und sie werden in der Regel bis ins Meer hinausgelangen, dessen Salzgehalt auf diese beständige Zufuhr gelöster Salze zurückführt. Eine starke Ausnahme hievon macht indessen der kohlensaure Kalk, dessen Ueberschuß z. B. die Isar schon in ihrem oberen Laufe in Form von Inkrustationen auf den Kieseln ihres Ufers zurückläßt. Einen anderen Theil desselben mögen wir aber am Meeresgrunde wiederfinden als Radiolariengehäus oder Korallenstock. Anders verhalten sich die vom Wasser nur mechanisch bewegten Stoffe, vor allem das Geröll und der Sand, die das Wasser am Grunde rollend bewegt, und der Schlamm, den es schwebend erhält. Von ihnen kann das Wasser um so mehr mit sich führen, je rascher es sich bewegt. Für den Mississippi hat man berechnet, daß wenn die Geschwindigkeit des Fließens unter ½ engl. Fuß per Sekunde herabgeht, auch die feinen Schlammtheilchen zu Boden fallen. Daraus folgt, daß die Ablagerungen zunehmen werden nach den unteren Theilen eines Flusses zu, weil dort

Digitized by Google

die Geschwindigkeit am raschesten abnimmt, und da die gröbsten Schwemmstoffe eines Gewässers der größten Geschwindigkeit bedürfen, um in Bewegung erhalten zu werden, so lagern sie sich am weitesten oben, die feinsten aber am weitesten unten ab. Auch werden die ersteren auf ihrem Wege immer mehr zerkleinert und zerrieben. Verfolgen wir den Rhein von der Quelle bis zum Meer, so finden wir im obersten Abschnitt sein Bett mit Felsblöcken gefüllt, die er bei starkem Wasserzudrang mit gewaltiger Kraft bewegt, von Chur abwärts sind diese selten, wofür dann kleines Geröll (Kies) vorwaltet, und im Rheindelta am Bodensee finden wir fast nur noch Sand. Auf dem weiteren Laufe empfängt zwar der Rhein wieder gröberes Geröll aus Flüssen, die in ihn einmünden, aber in seinem Tieflandlauf durch Niederdeutschland und Niederland schlägt er zuletzt nur noch Schlamm nieder.

Nicht bloß nach dem Material, sondern auch nach der Form seiner Niederschläge verhält sich ein Fluß in den verschiedenen Abschnitten seines Laufes verschieden. In den verhältnißmäßig engen Thalstrecken des oberen Laufes sammelt sich das Geröll gewaltig an und erhöht mehr und mehr das Bett des Flusses, aber oft gewinnt dieser wieder größere Fließkraft, sei es durch größere Wassermengen oder dadurch, daß weiter thalabwärts ein Hinderniß weggeräumt wird, und er räumt nun einen Theil dieses Gerölles aus, indem er sein Bett vertieft. Bleiben dann zu beiden Seiten seines Laufes Reste des früheren höheren Bettes stehen, so bilden sie Terrassen über dem tiefer liegenden neueren Ufer. Bei manchen Flüssen wiederholt sich dieser Vorgang des stufenweisen Tiefereinschneidens mehrmals, und so entsteht denn eine Reihe von Terrassen übereinander. Jede Terrasse bezeichnet ein altes Stromufer und die höchstgelegene das älteste; zugleich bezeichnen die Terrassen Ruhepunkte der Stromentwicklung. Besonders häufig werden größere Hindernisse des Wasserlaufes, die in Wasserfällen oder Stromschnellen überwunden werden müssen, den oberhalb befindlichen Theil des Flusses aufstauen und zur Ablagerung seines Gerölles zwingen; indem sie aber ohne Aufhören abgeschliffen werden, gewähren sie mit der Zeit dem Wasser freieren Durchgang

Digitized by Google

(s. o. S. 237) und erlauben ihm sein im oberen Lauf erhöhtes Bett wieder zu vertiefen und dadurch Terrassen zu bilden. Geht aber die Stauung sehr weit, dann wird sich sogar ein See in dem oberhalb des stauenden Hindernisses liegenden Theil des Thales entwickeln, und dieser wird nicht eher abfließen, als bis der Abfluß ungehinderter und damit in größerem Maße geschehen kann. Zahllose Gebirgs-

Fig. 21.

Fluß-Terrassen im Thale des Connecticut in Nordamerika. (Nach Dana.)

thäler zeigen eine eigenthümliche Aufeinanderfolge von breiten, flachbodigen Ausweitungen, die mit zwischengeschalteten engen Schluchten wechseln, in jenen war einst das Wasser zu Seen gestaut und in diesen lag das stauende Hinderniß. Das Oetzthal zwischen Imst und Zwieselstein ist ein sehr gutes Beispiel eines solchen „Rosenkranzes" von Thalweitungen, aber geradezu typisch scheinen sie in den Pyrenäen zu sein, von

Digitized by Google

denen Charpentier in seinem klassischen Essai sur la Constitution géologique des Pyrénées (1823) sagt: „Alle Pyrenäenthäler zeigen einen Wechsel von Ausweitungen und Engen von ihrem Anfang an bis zum Ende. In den Becken, das heißt in den Stellen, wo die Thäler breiter und mehr ausgespült sind, ist ihr Gefäll ziemlich sanft und der Fluß fließt oft in Windungen. Aber in den Engen ist das Gefäll stark und die Wasser brausen mit heftiger Bewegung hindurch."

Wo für längere Strecken das Gefäll gleichmäßig und nicht zu stark, da sucht das Wasser seinen Weg nicht mit Ungestüm in der geradesten Linie, sondern es läßt sich selbst von kleinen Hindernissen zu erheblichen Umwegen zwingen. Hierdurch entstehen die schlangenartigen Windungen seines Laufes. In der Kunstsprache nennt man dieselben Serpentinen. In diesen Windungen findet der raschere Lauf an der äußeren (convexen), der langsamere an der inneren (concaven) Seite statt. An der letzteren finden in Folge dessen die stärkeren Ablagerungen statt, welche als Bänke, Inseln oder Ufervorsprünge erscheinen. Indem diese Ablagerungen dem fließenden Wasser Hemmungen bereiten, nimmt es, besonders bei Hochwassern, nicht selten den kürzeren Weg in der Richtung der Sehne der betreffenden Windung, wodurch diese ganz wie bei einer künstlichen Flußcorrection abgeschnitten oder todtgelegt und zu einem Altwasser wird. Aus diesen Altwassern entsteht dann jene große Zahl von kleinen halbmondförmigen Seen, wie sie z. B. den unteren Mississippi in so großer Zahl auf beiden Seiten begleiten. Diese sind alle einst Windungen des Flusses gewesen und es kommt wohl auch vor, daß ein Hochwasser sie wieder in den Stromlauf einbezieht.

Ein Hinderniß des Flußlaufes, das zur Bildung der Windungen führt, entsteht sehr oft durch die Geröllbänke, welche ein einmündender Bach oder Fluß einschiebt und welche dann das Wasser des Hauptflusses zum Ausweichen nach der anderen Seite zwingen. Aber diese Bänke haben eine festere Lage als alle anderen Ablagerungen in Flüssen, weil sie sich durch Zufuhr erneuern. Dagegen rücken die freiliegenden sowohl als die ans Ufer angrenzenden Bänke langsam mit dem Strome flußabwärts und zwar in der Weise, daß sie bei schlängelndem Lauf des Thalweges, d. h. der Linie der

Digitized by Google

größten Tiefen und des raschesten Fließens, von einer Concavität desselben nach der anderen, also von einer Seite desselben nach der anderen hinübergeschoben werden. Man hat am Rhein zwischen Lauterburg und Germersheim beobachtet, daß eine Zeit von wenig über 7 Jahre zu einer solchen Verlagerung nöthig ist. Ebendort zeigen in wohlregulirtem Bett und bei ziemlich regelmäßiger Windung des Thalweges die Anschwemmungsbänke eine bemerkenswerthe Regelmäßigkeit des Abstandes und der Größe. Sie liegen abwechselnd an einem und dem anderen Ufer und sind durchschnittlich 1 Kilometer d. h. die mittlere halbe Länge einer Windung von einander entfernt.

In größeren Flüssen, welche durch waldreiche Länder fließen, entstehen zahlreiche kleine und große Anschwemmungsgebilde durch die Baumstämme, welche herabgeschwommen kommen, und welche leicht an seichteren Stellen mit ihren sperrigen Wurzeln oder Zweigen sich einhaken und dann einen Sammelplatz für weiteres Treibholz liefern. Daraus werden Inseln, in deren sehr günstigem Boden sogar eine reiche Vegetation sich zu erzeugen vermag. Bei einem Hochwasser können sie wieder ins Schwimmen gerathen, aber häufig werden sie zum völligen Stilliegen gezwungen durch Bäume, welche durch sie hindurch ihre Wurzeln in den Grund des Flusses senden und die schwimmende Insel dadurch gewissermaßen verankern. Am Mississippi üben dieses Amt vorzüglich die mit starken Pfahlwurzeln ausgestatteten Sumpfcedern (Taxodien). Auf diese Weise ist im südlichen Red River, einem texanischen Nebenfluß des Mississippi, ein „Floß" entstanden, wie die Nordamerikaner solche Treibholzinseln nennen, welches den Fluß in der Länge von 21 Kilometer einnahm und den Verkehr ernsthaft erschwerte. Ein anderes im Atschafalaya war 16 Kilometer lang, 2,5 Meter tief, 220 Meter breit, und trug 18 Meter hohe Bäume. Es dauerte Jahre und kostete gewaltige Summen, solche Ansammlungen wieder zu zertheilen. Seit Jahren unterhält die Regierung der Vereinigten Staaten eigene Dampfer auf dem Mississippi, welche den Auftrag haben, einzelne treibende Stämme (Snags) zu beseitigen, welche im Grunde sich festsetzen und indem sie bis an den Wasserspiegel heraufragen, gleich verborgenen Klippen

Digitized by Google

die Schifffahrt gefährden und außerdem gleichsam den Krystallisationskern solcher Schwemminseln bilden.

Diese aus dem Pflanzenreich ihr Material entnehmenden Anschwemmungen gehören in der Regel schon dem Unterlauf der Flüsse an. Von mineralischen Schwemmstoffen kommen bis zu ihm herab in der Regel nur der Schlamm, höchstens noch bei Hochwasser der Sand. Schlamm, pflanzliche Schwemmstoffe und Sand bilden fast ausschließlich die Ablagerungen im Unterlauf fließender Gewässer. Unter den Formen, welche dieselben annehmen, sind am bemerkenswertheften die Dämme und die Delta's. Alle fließenden Gewässer erfahren eine Verlangsamung an den Ufern und am Boden, weil an denselben die Reibung am stärksten. Im Unterlauf nun, wo die Geschwindigkeit des Fließens ohnehin sehr stark vermindert ist, führt diese Verlangsamung dazu, daß reichliche Niederschläge der Schwemmstoffe stattfinden, welche der Strom bis hierher mit sich brachte und dieselben erhöhen einerseits den Boden des Flusses, während sie andererseits die Ufer desselben einzuengen streben. Zahlreiche Ueberschwemmungen aber, welche natürlicherweise nirgends so häufig und gewaltig auftreten wie hier — ich spreche von Flüssen im Naturzustand — werfen den Schlamm, der am Rande des Ufers sich ansetzen will, auf oder über den Uferrand und erhöhen denselben. Seltener kommt es vor, daß der Fluß durch Schlammansätze von einer Seite nach der andern verschoben wird, denn in der Regel sind die Absätze hier zu locker und zu leicht, weil nur aus Schlamm bestehend, um gegen die Randströmung sich behaupten zu können. Aber das Bett und die Ufer erhöhen sich fortwährend und so geschieht es, daß der Wasserspiegel oft im unteren Laufe der Flüsse höher liegt als die nächsten Umgebungen der Ufergelände und daß die erhöhten Ufer wie Naturdämme den Fluß einfassen. Am untern Mississippi hat die Anlage von künstlichen Dämmen fast überall diesen natürlichen folgen können. Aber oft liegt in dieser Erhöhung des Flußbettes der Grund zu großer Gefährlichkeit des Flusses selbst, dessen Spiegel immer mehr mit der Zeit über seine Umgebungen hinausgehoben wird. Das ist besonders der Fall dort, wo künstliche Eindämmungen sich noch dazu gesellen, denn je höher diese den Fluß gleichsam in die

Digitized by Google

Höhe drängen, um so größer müssen die Gebiete werden, welche bei Ueberschwemmungen gefährdet sind. Man hat erst spät erkannt, daß der Schutz gegen Ueberschwemmungen nicht in Mitteln gesucht werden dürfe, welche das Flußbett erhöhen, sondern in solchen, welche es vertiefen. Wenn der Hoangho Ueberschwemmungen verursacht, welche Hunderttausenden das Leben kosten, so ist das hauptsächlich Folge des seit Jahrtausenden von den Chinesen geübten Brauches, ihn mit immer höheren Dämmen zu umgeben und dadurch ihn über das ringsum liegende Land zu erhöhen. Der Po fließt bei Ferrara thatsächlich wie auf dem Kamme eines Hügels.

Die Ueberschwemmungen sind bei jedem größeren Flusse ein wesentliches Werkzeug der Wirkungen, sei es zerstörender, sei es neubildender, die er übt, denn alles, was er außerhalb seines engeren Bettes vollbringt, kann er nur durch das Uebersteigen seiner Ufer leisten, und oft ist dieser nach der gewöhnlichen Annahme abnorme Theil seiner Thätigkeit bedeutender als das gewöhnliche An- und Abschwemmen an den Rändern oder am Grunde seines Bettes. Ohne Zweifel sind unsere landläufigen Auffassungen von Strömen und Stromwirkungen viel zu sehr an das normale enge Bette der fließenden Gewässer gebunden und passen zwar gut auf einen hochuferigen Strom wie den Colorado oder auch den Columbia, welchen große Ueberschwemmungen unmöglich gemacht sind, nicht aber auf Tieflandströme, die nach Art des Mississippi oder des Amazonenstroms einen großen Theil des Jahres weit über ihr Bette hinaus gehen und gerade zu dieser Zeit stärker mit Schwemmprodukten getränktes Wasser führen als zu irgend einer anderen und stärkere und dauernde Anschwemmungen außerhalb ihres Bettes bilden als innerhalb desselben. Für die tiefere Auffassung der Bedeutung solcher Ströme hat das Schwemmgebiet größeren Werth als das Bette, in dem sie fließen, und man hat dieß wenigstens beim Amazonenstrom auszudrücken versucht, wenn man ihn sammt dem endlosen Gewirr seiner Zuflüsse als das Süßwassermeer Südamerika's bezeichnete.

Nachdem ein Fluß so in allen Theilen seines Laufes Ablagerungen verschiedener Art gebildet, sollte man meinen, er komme völlig geröll- und schlammlos am Meere an. That-

Digitized by Google

sächlich ist das aber nicht der Fall, denn wir finden in oder an der Mündung jedes Flusses Bänke aufgeschüttet, welche aus den Schwemmstoffen bestehen, die er herabgebracht. Solche Bänke können entweder unter der Wasserfläche bleiben, wie dieß bei der Elbe und der Weser der Fall, oder sie treten an und mit der Zeit dann auch über dieselbe hervor und bilden so das, was man Delta nennt und was im Grunde nichts anderes ist als der unterste Theil der Anschwemmungsgebilde, welche am Unterlauf eines fließenden Gewässers auftreten. Daß man gerade ihnen einen eigenen Namen beilegt und dazu auch eine ganz besondere Bedeutung zumißt, hat seinen Grund nur in einer Reihe von geographischen Eigenthümlichkeiten, welche dieselben auszeichnen, und welche allerdings bemerkenswerth genug sind. Wenn man indessen die Flußdelta's als eine sehr beachtenswerthe Erscheinung hervorhebt, so ist das keineswegs so zu verstehen, als ob dieselben eine unvermittelte, ganz für sich stehende Erscheinung seien. Es gibt keinen Fluß, welcher nicht an seiner Mündung Anschwemmungen bildete, und von örtlichen Verhältnissen allein hängt es ab, ob sie sich zu einem Delta entwickeln oder ob sie Sandbänke, untermeerische Schlammfelder, Nehrungen u. dgl. bleiben. Die Hauptursache der Bildung von Anschwemmungen an den Flußmündungen ist in allen Fällen die plötzliche Verlangsamung, welche die fließende Bewegung des Flußwassers erfährt, und welche sehr bald in eine völlige Aufhebung derselben übergeht. Es wird damit die Kraft des Wassers vernichtet, feste Körper und seien es auch nur noch schwebende Schlammtheilchen fortzubewegen, dieselben fallen also nieder und zwar geschieht dieß Niederfallen am stärksten beim ersten Aufeinandertreffen des Flusses und des Meeres, um noch eine Strecke weit ins Meer abnehmend sich fortzusetzen. Das Ergebniß ist eine Sand- und Schlammbank, welche mählig niedriger werdend nach dem Meere sich hinausstreckt. Man wird diese Erscheinung, wie sie am Meere im Großen auftritt, vielleicht besser verstehen, wenn man sich an kleinere Schwemmgebilde erinnert, welche in dieselbe Gruppe gehören und im Grunde unter ganz entsprechenden Verhältnissen sich entwickeln. Jeder Gebirgsbach, auch der kleinste, der in einen See mündet, baut eine Art

Digitized by Google

von Delta, indem er bei plötzlicher Verlangsamung seines Laufes gezwungen wird, den größten und gröbsten Theil seines Gerölles an der Mündungsstelle abzulagern; so hat nicht bloß der Rhein sein Delta beim Einfluß in den Bodensee, d. h. eine ausgedehnte Sand- und Schlammablagerung, deren flache Ausbreitung sich scharf abhebt von der hügeligen Umgebung, sondern auch fast jeder Bach hat durch seinen Schuttkegel, der an die Oberfläche ragt, landzungenartige Vorsprünge ge-

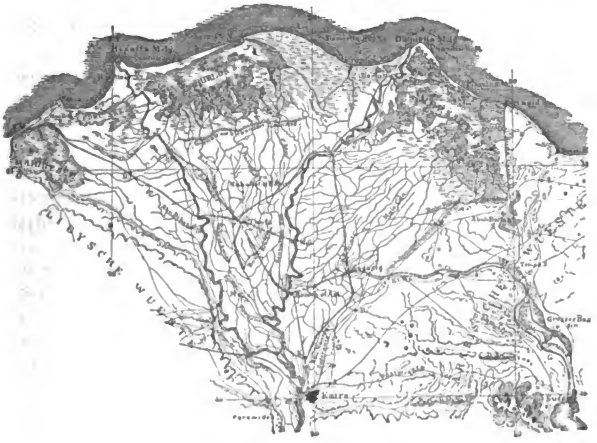

Fig. 22. Nildelta.

bildet, welche hier als „Hörner" bezeichnet werden. Sie alle wachsen aber nicht weiter in den See hinein als der seichtere Rand desselben, die wegen der hellen Färbung sog. „Wysse" geht, und fallen an dem „Seehalde" genannten Rande derselben ab. Von dieser Halde an fällt der Seeboden viel steiler ab, vermag kein Schwemmgebilde festzuhalten, und der feinere Schlamm, welchen das Wasser noch so weit hinauszutragen vermag, wird nun über den tieferen Seeboden ausgebreitet.

Digitized by Google

Nach J. Yates' Terminologie ist ein Delta ein steiler Kegel, der von einem stumpfen Kegel gekrönt ist, und die Grundform aller Delta's ist mit dieser Benennung deutlich ausgedrückt. Der Anfang eines Delta's, welches durch das Eintreten eines Flusses in stehendes oder wenig bewegtes Wasser entsteht, ist immer ein steiler Schuttkegel, wo die Form des See- oder Meeresbodens es erlaubt; indem aber immer mehr Schutt auf demselben sich ablagert, wächst er bis an den Wasserspiegel und bildet nun eine vom Wellenschlag am Rand abgeflachte, nach innen wenig oder gar nicht ansteigende Anschwemmungsfläche, welche meist von Gabelarmen des Flusses in mehrfacher Zahl durchflossen wird. Noch charakteristischer ist die Umrißform eines Delta's. Sein Name, welcher von dem berühmtesten aller Delta's hergenommen ist, welches zugleich eines der charakteristischsten, dem Nildelta, spricht aus, daß häufig die Dreiecksform ihm eigen. Dieß trifft zu und zwar liegt insofern dieselbe im Wesen der Deltabildung begründet, als das fließende Wasser in seinem Unterlauf eine Neigung hat, sich zu gabeln. Gewöhnlich legt man die Anfangsstelle des Delta's in die erste Theilung des Flusses in 2 oder mehrere Arme und hier liegt dann auch der Scheitel des „Delta" oder Dreiecks. Indessen kann diese Form auch durch andere unregelmäßigere Gestalten ersetzt werden, wie wir es bei dem zweigförmig vorragenden Mississippidelta wahrnehmen, oder das Delta kann zwischen engen Flußufern sehr schmal werden (Atrato), oder kann sich in eine Inselmasse (Ob) auflösen, oder endlich es kann ein breites formloses Gebilde aus der Verschmelzung zweier Delta's entstehen (Hoangho und Yang-tse). Am Meere liegen nun die Verhältnisse nur insofern anders, als hier noch der Wellenschlag und die Gezeitenströmungen mit zur Wirkung gelangen. Dieselben werden voraussichtlich nur die Ruhe und Regelmäßigkeit der Ablagerung zu stören im Stande sein, ohne daß sie in allen Fällen die Deltabildung zu verhindern vermögen. Die Gezeitenströmungen zwar, welche erst den Fluß heraufsteigen, um dann beim Rückströmen mit vermehrter Kraft auf die Ablagerungen zu prallen, welche sie vorfinden, werden häufig die letzteren nicht über ein gewisses Maß hinauswachsen lassen; der Wellenschlag dagegen wirkt seiner Natur nach

Digitized by Google

viel eher aufhäufend gegen das Ufer zu und trägt durch die Nehrungen, welche er erzeugt (s. o. S. 154), sogar sehr wesentlich zur Deltabildung bei. Außerdem sind aber noch theils als förderndes, theils als hemmendes Element die säkulären Veränderungen im Verhältnisse des Meeres zum Lande wohl zu berücksichtigen: an sich hebenden Küsten werden die Ablagerungen mit der Zeit nothwendig an die Oberfläche treten, an sich senkenden werden sie das nie thun, wenn nicht ihr Höhenwachsthum noch rascher vor sich geht, als diese Senkung. Diesem letzteren Faktor ist ohne Zweifel eine erhebliche Mitwirkung an der Deltabildung zuzuschreiben, denn man findet in der Regel ausgebreitete Delta's an den Küsten, welche sich heben, während ebenso oft die in Senkung begriffenen keine Deltabildung aufweisen. Indessen sind auch die Einflüsse nicht zu übersehen, welche der innere Zustand der Flüsse auf diese Aeußerung ihrer Anschwemmungsthätigkeit ausübt, vorzüglich die Größe ihrer Schlammführung und der größere oder geringere Grad von Läuterung, welchen ihre Gewässer etwa beim Durchfließen von Seen erfahren haben. Die verschiedene Größe der Delta's ist natürlich von diesen selben Faktoren abhängig. Der Flächeninhalt des Rheindelta's am Bodensee kann auf 10 Quadratkilometer veranschlagt werden, während der des Nildelta's 400, des Mississippidelta's 600 und des Ganges-Bramaputradelta's über 1000 Quadratmeilen beträgt.

Als Neubildung in großem Maßstabe wohnt den Delta's ein nicht gewöhnliches erdgeschichtliches Interesse inne. Nirgends zeigt sich das Vorrücken des Landes gegen und in das Meer in Folge der Anhäufung von Schutt, der aus dem Binnenlande gebracht ward, so deutlich wie hier; in dem sehr rasch wachsenden Podelta sind Orte, welche in römischer Zeit Hafenplätze waren, weit einwärts gerückt. So Ravenna 1 Meile, Adria gegen 4 Meilen. An einigen Stellen schreitet hier die Küste 20—60 Meter im Jahre vorwärts. Das Rhonedelta, das aus örtlichen Gründen nach Westen zu wächst, hat dort seit der Römerzeit ebenfalls einige Orte über 1 Meile landeinwärts geschoben. Aber die Veränderungen sind nicht auf den Umriß beschränkt, sondern zeigen sich ebenso stark im Innern. Das Wasser, welches mit sehr

Digitized by Google

geringem Gefäll sein eigenes Anschwemmungsland durchfließt, verläßt beim geringsten Hindernisse, auf das es trifft, seine Wege und sucht sich andere. Die zahlreichen, oft wie ein Netz untereinander verbundenen Arme führen hierauf zurück. Aus verhältnißmäßig geringfügigen Gründen wird ein Arm zum Hauptarm, während ein anderer fast wasserlos wird. So ist der vor 2000 Jahren wichtigste Nilarm, der pelusische oder östliche heute unbedeutend, während der kanopische oder westliche die Hauptmasse des Nilwassers empfängt. Der Ganges benutzte nach und nach jeden einzelnen von seinen 8 Mündungsarmen als Hauptarm und der Rhein hat seinen alten Nordwestarm, der bei Katwyk mündete, fast ganz verlassen. Indem diese Veränderlichkeit ein Ausdruck der Leichtigkeit ist, mit der das Wasser sich neue Wege bahnt, erklärt sie zugleich den großen Reichthum an kleineren Kanälen, welche die größeren Arme netzförmig verbinden, sowie die Leichtigkeit, mit welcher die künstliche Anlage von Kanälen hier bewerkstelligt werden kann. Man erinnert sich hierbei unwillkürlich an die nicht zufällige Thatsache, daß die Delta's des Rheines, des Po, des Yang-tse zu den kanal- und verkehrsreichsten Gegenden der Erde gehören. Die Erleichterung des Verkehres, welche hierdurch erzeugt wird, schildert Rennell vom Gangesdelta: „So gleichmäßig und wunderbar sind diese natürlichen Kanäle über ein Land vertheilt, das einer vollkommenen Fläche nahe kommt, daß mit Ausnahme von Burdwan, Birbum ꝛc., die zusammen nicht 1/6 von Bengalen ausmachen, man behaupten darf, daß jeder andere Theil des Landes selbst in der trockenen Zeit einen schiffbaren Fluß weitestens in 25 engl. Meilen Entfernung, und gewöhnlich im dritten Theil dieser Entfernung besitzt."

Einflußreicher noch ist die Fruchtbarkeit des Schwemmlandes, aus welchem der Deltaboden in der Regel sich zusammensetzt. In dieser Beziehung genügt es, an Unterägypten, Bengalen, Mittelchina, die Po-Niederungen, Louisiana zu erinnern, welche Stätten außergewöhnlicher Fruchtbarkeit genannt werden dürfen. Indessen ist diese Fruchtbarkeit allen Schwemmgebilden der Unterläufe von Flüssen eigen, nur tritt sie in den Delta's breiter und damit kulturlich wirkungsvoller hervor, indem sie dichte und reiche Bevölkerungen er-

Digitized by Google

zeugt. Man denke an die Kulturstätten Aegyptens, Mesopotamiens, des Gangeslandes und China's.

Man hat behauptet, daß die fließenden Gewässer, welche eine meridionale Richtung des Laufes haben, d. h. nordsüdlich oder umgekehrt fließen, ihre rechtsseitigen Ufer mehr aushöhlen als ihre linksseitigen, weil sie durch die Umdrehung der Erde stärker nach jenen gedrängt werden als nach diesen. Es komme ein südnördlich fließendes Gewässer aus Orten größerer Umdrehungsgeschwindigkeit in solche mit geringerer und behalte etwas von jener bei, strebe also gleichsam den Orten vorauszueilen, nach denen es fließe, und weil die Erde sich von Westen nach Osten drehe, fließe ein solches Gewässer nicht gerade nach Norden, sondern neige etwas nach der östlichen Seite. Umgekehrt kommen die Theilchen eines von Norden nach Süden fließenden Stromes mit geringerer Umdrehungsgeschwindigkeit im Süden an, als die ist, welche hier herrscht, und neigen also dazu, bei der Umdrehung der Erde zurückzubleiben, d. h. nach Westen, also ebenfalls wieder rechts auszuweichen. Nach C. E. v. Baer, dem großen deutschrussischen Naturforscher, welcher ein diesen Voraussetzungen entsprechendes Verhalten zuerst bei den großen russischen Flüssen nachweisen zu können glaubte, nennt man diese Regelmäßigkeit das „Baer'sche Gesetz". Eine ganze Reihe von Fällen scheint dasselbe zu bestätigen, aber es sind offenbar so viele Möglichkeiten der Störung seiner Wirksamkeit vorhanden, daß man sich bis jetzt vergeblich nach einer durchgreifenden Bestätigung umsah. Demgemäß nimmt einstweilen dieses „Gesetz" seinen Platz noch unter den Hypothesen ein, die von Einigen für bewiesen, von Anderen für unbeweisbar gehalten werden.

Digitized by Google

XX.

Gletscher und Eisberge.

Der Hochschnee. Lawinen. Der Uebergang des Hochschnee's in Firn- und Gletschereis. Eigenschaften des letzteren. Bewegung der Gletscher. Die Spalten. Moränen. Gletscherschliffe. Gletschertische. Schmutzbänder. Abschmelzung und Verdunstung. Der Gletscherbach. Schwankungen der Gletscher. Geographische Verbreitung. — Die Polargletscher und ihre Eisberge. — Die Eiszeit und die Moränenlandschaft.

Der Theil der Hochgebirge, welcher jenseits der Schneegrenze liegt, ist dadurch bezeichnet, daß der in der kälteren Jahreszeit gefallene Schnee in der wärmeren nicht ganz weggeschmolzen wird. Jeder Winter fügt neue Lagen Schnees auf die schon vorhandenen, von jeder läßt die Sommersonne einen Rest übrig, und so thürmt sich mit der Zeit Schicht auf Schicht. An steilen Abbrüchen großer Schneefelder lassen sich die Schneefälle der einzelnen Jahre jahresringartig unterscheiden. So häuft sich mit der Zeit bei einem Schneefall, der z. B. am S. Bernhard eine Wasserhöhe von mindestens 1300 Millimeter darstellt und in seiner ersten lockeren Form über 15 Meter Höhe einnimmt, eine gewaltige Schneemasse in den Hochgebirgsgegenden auf, und die Gipfel wie die Masse der letzteren müßten beständig zunehmen, wenn es andere Mittel als die Schmelzung für die Abfuhr dieses Schneeüberflusses nicht gäbe. In der That gibt es zwei wirksame Mittel, dieser Anhäufung ein Ziel zu setzen: In Form der Lawinen stürzt der Schnee von steilen Gehängen in die Thäler hinab, und in Gestalt der Gletscher fließt das aus Schnee entstehende Eis stromartig den tieferen Regionen zu. Von Lawinen unterscheidet man Staublawinen, die aus Schneestaub bestehen und bei heftigem Winde fallen, Grundlawinen, bei denen ganze Schneedecken abrutschen, und Gletscherlawinen, bei welchen Eismassen eines Gletschers abstürzen.

Digitized by Google

Es ist der Druck, der in den Gletschern diesen Schnee in Eis verwandelt, und wenn man die großen Schneelager einer echten Hochgebirgsregion thalwärts verfolgt, so sieht man, wie der Schnee immer eisartiger, immer dichter wird, bis er als wahrer Eisstrom ein Thal ausfüllt, und in diesem bis zu einer oft weit unter der Schneegrenze liegenden Tiefe herabsteigt. An dem Punkte, wo er aufhört, bricht ein Bach aus ihm hervor, welcher das Schmelzwasser des Gletschers noch weiter thalwärts trägt.

Den Schnee, welcher sich in den Kesseln der Hochgebirge jenseits der Schneegrenze ansammelt, unterscheiden gewisse Merkmale von der lockeren, leichtverwehten Decke, in welche bei uns im Tiefland der Winter die Erde hüllt. Wenn ihn die Sonne nicht schmelzen kann, geht sie doch nicht spurlos an ihm vorüber. Es sickert von oben Schmelzwasser ein, das die Eiskrystalle zusammensintern, zu Eiskörnern werden läßt. Der Schnee, der staubartig gefallen war — Flockenschnee ist im Hochgebirge selten — nimmt auf diese Art unter Verdichtung auf $^1/_{10}$—$^1/_8$, wobei sein specifisches Gewicht von 0,085 auf 0,6 steigt, eine körnige Beschaffenheit an, wird zu Firn. Die unteren Schichten dieses Firns werden unter dem Druck der oberen dichter, ihre Eiskörner verbinden sich und werden zu scheinbar zusammenhängendem Eis.

So entsteht das Gletschereis. Aber dieses Eis ist von anderer Beschaffenheit als dasjenige, zu welchem wir Wasser erstarren sehen. Es behält die Merkmale seiner Entstehung bei. Wenn man am äußersten Fuße des Gletschers ein Stück des dort herrlich durchsichtigen blauen oder grünen Eises wegbricht und läßt es in der Sonne oder im Wasser liegen, so bemerkt man, wie es trüb und endlich weiß wird. Wenn man es zerschlägt, zersplittert es nicht, sondern es zerfällt in Körner, die an die Firnkörner erinnern, welche die erste Grundlage dieses mächtigen Eisgebildes waren. Diese Körner (Gletscherkorn) sind am unteren Ende des Gletschers größer als die Firnkörner am oberen, und darauf stützten Hugi u. A. ihre Theorie der Gletscherbewegung durch Wachsthum des Gletscherkorns. Wenn man eine farbige Flüssigkeit auf Gletschereis gießt, so sieht man dieselbe sich netzartig in das

Digitized by Google

Innere vertheilen, indem sie in die sogenannten Haarspalten eindringt, welche die einzelnen Körner von einander scheiden. Das Eindringen von Luft in ebendieselben ruft die eben erwähnte weiße Färbung beim Schmelzen hervor. Doch gibt es auch im Gletscher selbst Eismassen, die durch runde oder abgeplattete Luftbläschen weiß gefärbt sind und den oft schön bandartigen Wechsel blauen und weißen Eises im Gletscher erzeugen. Wir haben im Gletschereis ein nur anscheinend dichtes, in Wirklichkeit aber durch zahllose Spalten zerklüftetes Eis vor uns, und die Funktion dieses Spaltennetzes ist eine sehr bedeutsame. Sie spielt die erste Rolle in der merkwürdigsten und lange Zeit räthselhaftesten Eigenschaft des Gletschers, seiner Bewegung.

Alle Gletscher rücken abwärts. Die Schnelligkeit dieser Bewegung ist verschieden. Sie beträgt in unsern alpinen Gletschern bis zu 200 Meter im Jahr, und wächst bei den polaren Gletschern auf das Zehnfache. Die Gebirgsbewohner, welche bei ihrem Ueberschreiten der Gletscher sich Steinblöcke u. dgl. zu Merkzeichen wählen, kannten längst die Veränderlichkeit der Lage derselben. Die Wissenschaft hat diese Eigenthümlichkeit erst im Laufe unseres Jahrhunderts erforscht. Der Gletscherreisende Hugi hatte sich 1827 auf der Mittelmoräne des Unteraargletschers eine Hütte gebaut, deren Lage er genau bestimmte. Sie stand 1841 1600 Meter weiter unten, hatte also jedes Jahr einen Weg von über 110 Meter zurückgelegt. 1832 fand der Gletscherreisende Forbes am Mer de glace Bruchstücke einer Leiter, welche 1788 Saussure bei seinem berühmten Aufenthalt auf dem Col du géant auf dem Géantgletscher an bestimmter Stelle zurückgelassen hatte. Diese Leiter mußte in den 44 Jahren über 5000 Meter, durchschnittlich etwa 120 Meter per Jahr gewandert sein. Die wissenschaftlichen Messungen der Gletscherbewegung, welche in den letzten Jahrzehnten in großer Zahl angestellt worden sind, haben bestimmte Zahlen nicht bloß für die Gletscher im Ganzen, sondern auch für ihre einzelnen Theile kennen gelehrt. Wir wissen z. B., daß die Mitte des Gletschers rascher vorrückt als die Kanten, die sich an den Thalwänden reiben; wir wissen, daß die Bewegung rascher wird bei stärkerem Gefäll; man hat gefunden, daß auch in

Digitized by Google

der Tiefe die Bewegung geringer ist als an der Oberfläche, und endlich hat sich die Bewegung im Sommer fast doppelt so groß gezeigt wie im Winter. Indem man verschiedene Gletscher verglich, hat man gefunden, daß die größten, massenhaftesten Gletscher sich rascher bewegen unter gleichen Verhältnissen als kleinere, und daß vor Allem jene Gletscher, welche aus verschiedenen Eisflüssen gleichsam zum Eisstrome werden, langsamer fließen als dieser Strom, den sie bilden. Nicht bei allen Gletschern haben sich diese Geschwindigkeiten genau übereinstimmend gezeigt. Es läßt sich das bei der großen Verschiedenheit der Umstände, unter denen die Gletscherbewegung sich vollzieht, nicht anders erwarten. Als sicher festgestellte Zahlen, welche durch die sehr gründliche und wiederholte Erforschung des Gletschergebietes, auf welches sie sich beziehen, einen gewissen klassischen Werth haben, sind die am Mer de glace gewonnenen zu nennen. Die Mitte desselben rückt im Sommer 20 Zoll (Par.), im Winter etwa 10 vor, aber dieses Vorrücken erreicht in der Nähe einer abschüssigen Stelle eine Geschwindigkeit von 35 Zoll. Geringer ist die Geschwindigkeit der oberen Zuflüsse dieses großen Gletschers, von denen z. B. der Glacier du Géant 13, der Glacier du Léchaud $9\frac{1}{2}$ Zoll täglich im Sommer vorrücken.

Ist nun diese Bewegung auch nicht rasch (braucht doch ein Eisstück des Col du Géant 120 Jahre, um das ganze Mer de glace bis zum unteren Ende zu durchmessen), so ist sie nichtsdestoweniger sehr räthselhaft in Anbetracht der anscheinend mit der Sprödigkeit des Glases wetteifernden Starrheit des Eises, und zugleich sehr merkwürdig wegen der Erscheinungen, die sie hervorruft. Am häufigsten und bekanntesten unter diesen letzteren sind jene oftgenannten *Spalten* der Gletscheroberfläche, welche dem Hochgebirgswanderer auf mit Neuschnee bedeckten Gletschern so oft gefährlich werden. Ihre Weite wechselt zwischen einer solchen Feinheit, daß man kaum ein Messer hineinstecken kann, bis zu einer klaffenden Breite, welche dazu zwingt, sie auf weiten Umwegen zu umgehen. Es gibt welche von 30 Meter Breite. Ihre Länge kann über das Zehnfache der Breite hinausgehen, und ihre Tiefe ist in einem Falle von Agassiz bis zu 200 Meter gehend ermittelt worden. In der Regel sind sie viel weniger tief.

Digitized by Google

Oft sind sie vereinzelt, oft treten sie in so großer Menge auf, daß der ganze Gletscher in Eistrümmer aufgelöst wird und wie ein riesiger Eisstoß sich darstellt. In solcher Gestalt erhebt sich z. B. über 500 Meter hoch unmittelbar von der Thalsohle des Chamouny der Glacier des Bois. Wie entstehen diese Spalten? Es genügt ein Blick auf ihre Lage, um sich die Antwort zu geben. Am häufigsten finden sie sich da, wo das Gefäll des Gletschers plötzlich zunimmt, und zwar sind es hier sog. Querspalten, welche ihn von Rand zu Rand durchsetzen; dann sind häufig die Randspalten, welche bei scharfen Wendungen, die der Gletscher um Felsecken u. dgl. macht, fächerförmig nach innen ausstrahlen; eine dritte Gruppe sind Längsspalten, die auf dem Gletscher selbst selten, häufig aber an seinem unteren Ende auftreten, wo er sich ausbreitet; und endlich trennen sehr oft Spalten den Gletscher von den Fels- oder Schuttwänden seines Bettes. Der Blick über einen spaltenreichen Gletscher hin läßt sogleich erkennen, daß es Unebenheiten des Gletscherbettes sind, welche die meisten Spalten erzeugen. Diesem Bette schmiegt sich nämlich das scheinbar so starre Eis derartig an, daß man an seiner Oberfläche die größeren Vertiefungen oder Erhöhungen des Grundes leicht erkennt. Nun beobachtet man, daß bei stärker werdendem Abfall immer Spalten entstehen: Der untere Theil des Eises strebt abwärts, der obere, noch nicht unter dem Einfluß des stärkeren Gefälles stehende, bleibt zurück, und Querspalten bezeichnen die Aufhebung des inneren Zusammenhanges, welcher die Folge ist. Hat sich der Gletscher um einen Vorsprung zu drängen, so entsteht wieder eine Aufhebung des Zusammenhanges zwischen dem gehemmten und dem abfließenden Theil des Eises. Folge: Spaltenbildung. Mousson vergleicht mit Recht die Spaltenbildung mit dem Wellen- und Blasenwerfen eines Baches: Wie der fließende Bach stets an den gleichen Stellen Wellen und Blasen wirft, so erscheint die Oberfläche des Gletschers stets an den gleichen Stufen und Biegungen des Thales von Rissen durchschnitten. Doch sind es immer neue Risse, welche an denselben Stellen in der bewegten Masse vorübergehend entstehen und folgeweise dann alle Querstücke des langsam vorbeifließenden Eisstromes ergreifen.

Digitized by Google

Die Schuttbedeckung des Gletschers spricht nicht minder deutlich von seiner Bewegung. Dieselbe zeigt nämlich nicht etwa eine ordnungslose Zerstreuung, sondern läßt vielmehr eine im Ganzen regelmäßige Anordnung der Trümmer erkennen, welche sie zusammensetzen. Aus dieser Anordnung entstehen die Moränen. Zunächst finden wir am unteren Ende des Gletschers eine Endmoräne, welche einen Wall bis zu 100 Meter hoch darstellt, der dem Gletscher in einer Weise vorgelagert ist, die erkennen läßt, daß dieser hier Schutt zur

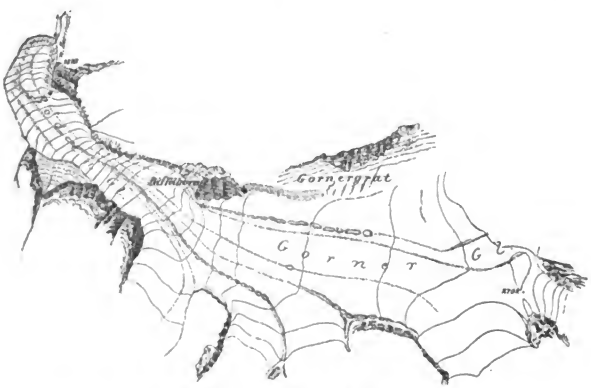

Fig. 23. Boden- und Gornergletscher mit Moränenstreifen. (Nach der Eidgenössischen Stabskarte.)

Ablagerung brachte, welchen er von weiter oben herabgeführt hat. Weiter finden wir die Seitenmoränen (Gandecken), wo sie vollständig entwickelt sind, fortlaufende Schuttlinien darstellend, welche den Gletscher auf beiden Seiten begleiten; und bei jenen Gletschern, welche aus zweien oder mehreren gleichsam durch Zusammenfluß entstanden sind, finden wir endlich ähnliche, aber in der Regel lockerere Schuttstreifen in der Mitte (Gufferlinien), welche man verfolgen kann bis zu ihrer Entstehung aus den einander zugewandten Seitenmoränen zweier zusammenfließender Gletscher. Diese ihrerseits

Digitized by Google

führen gewöhnlich zu Abstürzen von Felswänden, Klippen u. dgl., aus deren Trümmern sie sich zusammensetzen (vgl. Fig. 23). Untersucht man diese Moränen näher, so findet man, daß ihnen allen gemein ist eine sehr große Verschiedenheit der sie zusammensetzenden Massen nach Stoff, Größe und Gestalt. Nichts von der Regelmäßigkeit der Geschiebe eines Flusses ist hier zu erkennen, sondern die Ungeordnetheit und Ungleichheit ist Regel. Und es ist wichtig dieß hervorzuheben, weil nicht selten bei Ablagerungen aus einer Zeit, wo die Gletscher sich in Gegenden ausgedehnt hatten, wo man sie heute nicht kennt, die Frage entsteht: Ist sie von fließendem Wasser oder von fließendem Eis gebildet? Der durch fließendes Wasser abgelagerte Schutt ist mehr oder weniger gesichtet und besteht fast nur aus geschliffenem Geröll, während in der Moräne unabgeschliffene, eckige Bestandtheile überwiegen, mächtige Blöcke von einer Größe, wie sie der wildeste Wildbach nicht führt, neben Sand, Erde, Schlamm, Schotter, kurz alle möglichen Formen von Schutt vorliegen. Was aber den Moränenschutt am unverkennbarsten charakterisirt, sind die feinen Kritze und Schliffe, welche die einzelnen Gesteinstrümmer desselben tragen und welche durch die Reibung der zwischen den Seiten oder der Unterfläche des Gletschers und seinem Bette liegenden Schutttheile an einander oder an dem Bette des Gletschers entstehen. Während dadurch vorzüglich die in den Endmoränen liegenden Gesteinstrümmer bezeichnet sind, ist nicht minder charakteristisch die Abschleifung, welche gleichzeitig im Gletscherbett selbst geschieht. Der Grund, über den der Gletscher weggeht, und die Thalwände, die ihn einfassen, werden durch das Eis, das, mit Sand, Erde u. dgl. erfüllt, sich über und an ihnen hinbewegt, entweder mit Parallelstreifen versehen, oder es werden ihnen Spiegelflächen angeschliffen. Zugleich werden vorspringende Klippen und Kanten flach abgerundet und werden dadurch zu den für die Gletscherlandschaft so bezeichnenden „Rundhöckern". Der Schutt, der den Gletschergrund bedeckt, wird als „Grundmoräne" bezeichnet.

Die Bewegungsweise des Gletschers wird verständlich, wenn man sich erinnert, daß das Gletschereis kein vollständig starrer und in keiner Weise ein einheitlich zusammenhängender dichter Körper ist. Erstens hat alles Eis die

Digitized by Google

Eigenschaft, biegsam zu sein, außerdem aber besteht das Gletschereis, wie wir gesehen haben, aus Körnern von geringer Größe, welche ihm ein zähes breiartiges Fließen gestatten, indem sie die Fähigkeit besitzen, sich aneinander zu verschieben.

Fig. 24. Unteres Ende und Thor des Lucendro-Gletschers mit der Reußquelle. Mit Gletschertischen.

Hiebei spielt die sogenannte Regelation der Eiskörner eine große Rolle. Durch Druck erniedrigt sich der Schmelzpunkt des Eises und an den Druckstellen bildet sich daher Wasser; indem aber dieses Wasser seitlich ausweicht, erstarrt es wieder. Die Eis-

Digitized by Google

körner sind also in einem Gletscher beständigem Wechsel von Lockerung und Verkittung ausgesetzt in Folge des Wechsels von Wasser- und Eisbildung an und um die Druckstellen und dieses Verhalten erklärt ebensowohl die Bewegung als die Starrheit des Gletschers.

Eigenthümliche Gestalten entstehen durch die Abschmelzung des Gletschers, welche die auf ihm liegenden Gesteins- und Schuttmassen oft stark über ihre Umgebung hervortreten läßt. So entstehen die „Gletschertische" (Fig. 24) dadurch, daß eine Felsplatte sich auf einem Eispfeiler erhebt, den sie vor dem Abschmelzen schützte. Ebenso ist die hügelförmige Hervorwölbung der Moränen zu einem großen Theil durch den Schutt bewirkt, der das Eis unter ihnen vor dem Schmelzen schützte. Eine andere Entstehung haben die „Schmutzbänder", welche aus reihenförmig hintereinander quer über den Gletscher ziehenden Bändern von in die Eisoberfläche eingesenkter Erde, Sand u. dgl. bestehen. Indem sie gewöhnlich in der Mitte des Gletschers weiter nach vorn ragen als an den Seiten, zeigen sie die hier stattfindende raschere Bewegung desselben an. Sie waren ins Gletschereis eingebettet und treten bei der Abschmelzung desselben allmählich an die Oberfläche.

Die Sonnenstrahlen, der Regen und die Wärme der Luft arbeiten beständig an der Abschmelzung des Gletschers, welche theils an seiner Oberfläche, theils an seinem unteren Ende oder seiner Zunge stattfindet. Die direkte Wirkung der Sonnenstrahlen auf die Gletscheroberfläche ist eine sehr starke. An hellen Sommertagen erscheinen auf dem am Frühmorgen noch trocken gefrorenen Gletscher unzählige Adern, die sich zu Bächen vereinigen. Es rieselt und rauscht über den ganzen Gletscher hin. Das Ende dieser Bäche ist gewöhnlich das Versinken in einer Spalte, in welche sie kaskadenartig hinabbrausen (Gletschermühlen). Unter günstigen Umständen steigt der Betrag dieser Abschmelzung an einem durchaus sonnigen Tag auf 20—25 Millimeter, um aber des Nachts ganz zu ruhen. Der Gegensatz zwischen der Lebendigkeit des rauschend abfließenden Wassers am Tage und der Ruhe, die mit Sonnenuntergang auf dem Gletscher einkehrt, gehört zu den stimmungsvollen Contrasterscheinungen, an welchen das Gebirge so reich ist. Der abschmelzende Einfluß der Luft auf den

Digitized by Google

Gletscher, dessen Oberfläche nie über 0° steigen kann, ergibt sich von selbst, wenn man erwägt, daß den größten Theil der warmen Jahreszeit hindurch und nicht selten auch in der kalten die ihn umgebende Luft wärmer ist als der Gletscher. Besonders wirksam sind die berühmten warmen Föhnwinde. Doch ist die Verkleinerung des Gletschers durch Verdunstung ebenfalls nicht gering, wenn auch minder ins Gewicht fallend als die Abschmelzung. Endlich sind die Regen, welche immer erheblich wärmer sind als der Gletscher, besonders in den tieferen Regionen von erheblichem Einfluß auf die Verkleinerung desselben. In der Höhe von 2000 Meter kommt durchschnittlich 1/4 der jährlichen Niederschlagsmenge in flüssigem Zustande herab und jeder einzelne Regen wirkt abschmelzend. Der Betrag der Abschmelzung ändert sich natürlich mit der Höhe. An der Firngrenze vermag sie die jährliche Firnschicht von 2—2,5 Meter Dicke zu vernichten, tiefer herab ist in der Regel Ende Juni oder Anfangs Juli die winterliche Schneedecke beseitigt und werden dann vom Eise des Gletschers 3—3,5 Meter abgeschmolzen. Der Niederschlag von Feuchtigkeit, der in Gestalt von Reif, Eiskrystallen u. dgl. auf dem Gletscher stattfindet, fällt im Vergleich mit dieser starken Verkleinerung kaum ins Gewicht, dagegen ist die Verminderung der Abschmelzung durch Schuttbedeckung beträchtlich. Andererseits findet aber eine Abschmelzung auch von unten her statt, und zwar nicht nur durch von den Seiten und in Spalten eindringendes Wasser, sondern auch durch die Bodenwärme und durch Quellen, die am Gletschergrunde hervorbrechen. Die letzteren erklären die auffallende Thatsache, daß manche Gletscher auch im Winter ihre Bäche nicht versiegen lassen. Zu den mehr zufälligen, aber für den Anblick der Gletscher sehr oft wichtigen Abschmelzungsformen gehören die Gletscherthore, welche vorzüglich der von der Sohle her wirkenden Wärmestrahlung und der Schmelzwirkung des Gletscherbaches ihr Dasein verdanken.

Die Gletscher zeigen bemerkenswerthe Schwankungen ihrer Ausdehnung, welche bald in Vorschreiten, bald in Rückgang des unteren Endes sich ausprägen. Regelmäßig ist eine jährliche Rückschwankung, welche ihren Höhepunkt am Ende der warmen Jahreszeit findet. Unregelmäßige Schwan-

Digitized by Google

kungen erstrecken sich bald auf die Gletscher eines weiten Gebietes, wie z. B. das fast allgemeine Vorrücken der Alpengletscher in den Jahren nach 1812, auf welches ein fast ebenso allgemeiner Rückgang seit Mitte der fünfziger Jahre folgte, der noch heute fortdauert. Daneben gibt es aber auch Schwankungen, die auf einzelne Gletscher oder auf kleinere Gruppen derselben beschränkt sind und in manchen Fällen bis zu erheblicher Größe anwachsen können. Beispiel einer solcher Schwankung ist das 1601, 1677, 1772, 1822 und zuletzt 1845 beobachtete Vorschreiten des Vernagt-Ferners im Oetzthaler Gebiet. Jedesmal rückte derselbe fast 2 Kilometer weit über seine gewöhnliche untere Grenze vor, bis er die Abflüsse einer Anzahl weiter thalaufwärts gelegenen Gletscher zu einem See aufstaute, der bei seinem gewaltsamen Durchbruch Schrecken und Verwüstung bis nach dem Innthal hinaus verbreitete. Die Ursache solcher unregelmäßigen Schwankungen ist in der Form der Firnmulden und des Gletscherbettes zu suchen. Das letztere scheint gerade beim Vernagt-Ferner von einem bestimmten Punkte an ein rascheres Gefäll zu besitzen, welches ein beschleunigtes Vorgleiten des Gletschers bewirkt. Aber merkwürdiger Weise sind solche rasch vorgerückte Gletscher in der Regel wieder langsam in ihre früheren Grenzen zurückgekehrt. Sowohl diese vereinzelten als die allgemeineren Schwankungen, wenn sie auch in keiner Weise unbedeutend sind, treten doch weit zurück vor dem gewaltigen Unterschiede zwischen der Ausdehnung der Gletscher in der Eiszeit, wo sie z. B. von den tiroler Centralalpen bis in die Gegend von München und von der Schweiz über den Bodensee bis nach Oberschwaben hineinreichten, und ihrer heutigen verhältnißmäßigen Geringfügigkeit.

Sehr verschieden sind die Größenverhältnisse der Gletscher und ihrer Firnmulden. Der längste Gletscher der Alpen und überhaupt der längste von allen, die man genau gemessen hat, ist der Aletsch-Gletscher mit $2^5/_6$ Meilen; der längste Gletscher der deutschen Alpen ist der Gepatsch-Ferner mit $1^1/_2$ Meilen; jener nimmt 2,7, dieser 0,4 Quadratmeilen ein. Einem Gletscher des westlichen Himalaya, dem vielleicht längsten aller Gebirgsgletscher, weist eine ungefähre Angabe Schlagintweits gegen 8 geographische Meilen Länge zu. Die Länge

Digitized by Google

der Gletscher beträgt in der Regel das 4—6fache ihrer Breite, aber ihre Breite richtet sich im Allgemeinen nach der Gestalt ihres Bettes. So ist der merkwürdige Gletscher der „Uebergossenen Alp" im Ewigschnee-Gebirg fast ebenso breit als lang, weil er nicht durch ein Thal, sondern über eine breite Hochfläche abfließt. Bei vielen Polargletschern, welche von firnbedeckten Tafelländern sich breit ergießen, übertrifft die Breite um ein Vielfaches die Länge. Ebenso ist das Verhältniß zwischen Firn und Gletscher ein sehr verschiedenes. Liegt der Firn in einer schneereichen Gegend und in einer tiefen Mulde, wie es in der Regel in den Alpen der Fall, so kann er bei geringer Flächenausdehnung doch einen großen Gletscher nähren. Die Länge des Firns des Pasterzen-Gletschers beträgt etwa $^4/_5$ von der des eigentlichen Gletschers, beim Des Bois- und Aargletscher sind beide nahe gleich groß. Der Gletscher hat bei seinem Austritt aus der Firnmulde in der Regel $^1/_4$—$^1/_2$ von der Breite derselben. Aber bei Gletschern, deren Firn in breiten Flachthälern oder sogar auf nur leicht geneigten Hochflächen liegt, nimmt derselbe einen im Vergleich zum Gletscher viel größeren Raum ein und so bedeckt die Firnmasse des Justedals-Bräer wohl den 6fachen Raum ihrer Gletscher. Es ist das ein Uebergang zum „Inland-Eis" Grönlands und anderer Polarländer, das als eine einzige große Firnmasse angesprochen werden kann, aus der über die Küstenabhänge weg die Gletscher herabquellen.

Die Größe der Gletscher wird oft auch von der Neigung ihrer Unterlage bestimmt. Außer der Neigung, welche dem Gletscher selber insofern eigen, als er einen nach vorn und unten sich zuspitzenden Keil darstellt, dessen schiefe Fläche die Gletscher-Oberfläche ist, besitzt er die Neigung seiner Unterlage. Jene dürfte selten mehr als 3 % betragen, während diese natürlich eine je nach der verschiedenen Oberflächen-Gestalt der Unterlage sehr verschiedenartige Größe sein kann. Die Gesammtneigung wechselt beim Pasterzen-Gletscher von 2—8, beim Aar-Gletscher von 3—7, beträgt beim Aletsch-Gletscher im Mittel gegen 4°, erreicht aber bei einzelnen über Steil-Abfälle sich bewegenden Gletschern viel größere Zahlen, ohne daß eine Gletscherzerreißung eintritt. Bei

Digitized by Google

kleinen Gletschern, den sog. Gletschern zweiter Ordnung, welche außer durch geringe Ausdehnung und lockereres Eis, meist auch durch steileres Gefäll ausgezeichnet sind (de Saussure stellte die Gletscher, welche sich als lange Eisarme durch oft schwach abfallende Thäler ziehen und aus festem, dichtem Eis bestehen, als Gletscher erster Ordnung den eben erwähnten gegenüber), kommen Gefälle bis zu 50° vor, so bei einem Seitengletscher des Miage, der, gestützt vom Hauptgletscher, ohne sich zu trennen, mit 50° Gefäll herabsteigt. Der Endabfall des Gletschers kann noch steiler sein und wird bei ins Meer tauchenden Polargletschern sogar häufig als senkrecht beschrieben.

Auffallend groß ist die Geschwindigkeit der Bewegung einiger grönländischen Gletscher, welche Helland untersucht hat. Er fand beim Gletscher von Jakobshavn bei ½° Neigung in der Mitte 19,30—22,46 Meter in 24 Stunden, bei dem Gletscher von Torsukatak bei 2° Neigung 10 Meter in 24 Stunden; das ist 10—20mal mehr als die größte Bewegung (1,3 Meter), welche man von einem alpinen Gletscher kennt.

Die Mächtigkeit der Gletscher ist bei der Unmöglichkeit, ihnen auf den Grund zu kommen, nur in seltenen Fällen mit einiger Sicherheit abzuschätzen, fast niemals aber genau zu messen. Agassiz hat am Unteraar-Gletscher bei Bohrversuchen mit 66 Meter nicht den Boden erreicht und fand in Spalten bei 260 Meter noch keinen Grund. Am Mer de Glace fand Tyndall bei 50 Meter noch keinen Grund. Bei kleineren Gletschern hat man die Dicke messen können und fand dabei viel weniger große Zahlen, z. B. an den beiden Triftengletschern 10 und 12 Meter Dicke u. s. w. An den Polargletschern, welche direkt ins Meer abstürzen, ist es natürlich minder schwer, die Mächtigkeit zu ermitteln. Abgesehen von den allgemein gehaltenen Angaben, die die Höhe solcher Gletscherabstürze bis zu 1000 Fuß annehmen, liegt eine Messung Hellands vor, der zu Folge die Mächtigkeit des Gletschers von Torsukatak 105 und die desjenigen von Jakobshavn 280 Meter beträgt.

Es ist schwer zu sagen, welches wohl die geringste Größe eines selbstständigen Gletschers sein könne. Man darf an-

Digitized by Google

nehmen, daß unter der Firndecke eines größeren Schneefleckens Gletschereis gebildet werden könne, das wenig oder nicht unter derselben hervortritt, auch sieht man oft Eisarme zwischen zwei Schneemassen, welche wahrscheinlich aus Gletschereis bestehen. Aber es mangeln zunächst noch die genaueren Untersuchungen über derartige kleinste Gletscher. Vielleicht sind mit die kleinsten und nicht ganz vereinzelten Gletscher diejenigen, welche Muir vom Mt. Lyell in Californien (38° n. B.) beschrieben hat. Dieselben hatten 1—2 Kilometer Länge. Daß ein allmählicher Uebergang den Firn der Schneefelder mit dem Gletschereis verbindet, ist zweifellos, und es ist darum bei der folgenden Zusammenstellung der geographischen Verbreitung der Gletscher wohl zu beachten, daß dieselbe insofern nicht ganz vollständig sein kann, als sie fast nur die größeren Gletscher berücksichtigt, die auf dem heutigen Stande der Gletscherkunde fast ausschließlich studirt zu werden pflegen.

Die geographische Verbreitung der Gletscher ist natürlicherweise bedingt durch die des ewigen Schnees, welches der unentbehrliche Grundstoff für ihre Bildung ist. Wir finden sie daher in der gemäßigten und warmen Zone nur in hohen Gebirgen und zwar stärker entwickelt in den feuchten Klimaten als in den trockenen. In den Polargegenden aber, wo auch in den tieferen Theilen klimatische Verhältnisse herrschen, die nicht sehr weit sich entfernen von dem Höhenklima unserer Hochgebirge, steigen sie selbst auf niedrigere Hochebenen herab und erstrecken sich bis an und in das Meer. In Europa finden wir die stärkste Gletscherentwicklung in den Alpen, wo in der Schweiz allein 38 Quadratmeilen und von der Oberfläche Tirols $^1/_{20}$ von denselben eingenommen werden (vom Flußgebiet der Rhone oberhalb des Genfersees nehmen allein $^1/_5$ die Gletscher ein) und wo die längsten und ausgebreitetsten Gletscher unseres Erdtheiles vorkommen. Die Pyrenäen sind bei geringerer Höhe und schmaler Zusammendrängung ihres Baues minder geeignet für die Gletscherbildung und in der That erreichen ihre Gletscher bei Weitem nicht die Länge der alpinen. Der größte ist der Maladetta-Gletscher mit 11,700 Meter Länge. Alle Pyrenäengletscher sind Gletscher zweiter Ordnung. Von den übrigen Gebirgen der Pyrenäen-Halbinsel scheint nur die Sierra de Gredos (3000 Meter) Gletscher

Digitized by Google

zu besitzen. In den skandinavischen Gebirgen gewinnt bei Schneereichthum und breitem, an Mulden reichem Gebirgsbau die Vergletscherung eine große Ausdehnung. 140 Quadratmeilen sind in Norwegen, 33 in Schweden mit ewigem Schnee bedeckt. Die Gletscher werden von den Norwegern Bräer genannt. Der größte ist hier Justedals-Bräer mit 27 Quadratmeilen Firn- und Eismassen. Dieselben steigen in Justedal bis zu 340 Meter über dem Meeresspiegel, im Sulitelma-Gebiet bis zum Meere herab. Auf Island dringen Gletscher, Jökull genannt, bis an das Meer vor, so daß sie den Verkehr an den Küsten unterbrechen. Sie bedecken gegen ein Zehntheil dieser Insel. Apennin, Karpathen und andere europäische Mittelgebirge sind gletscherlos, weisen aber zahlreiche Spuren einer in einer früheren Periode der Erdgeschichte, in der Eiszeit, stattgefundenen Vergletscherung auf. Unter den asiatischen Gebirgen sind Kaukasus, Thianschan und Himalaya durch ihre Gletscher berühmt, während dieselben dem Taurus und Altai zu fehlen scheinen. In dem Himalaya findet man wohl die ausgedehntesten Gebirgsgletscher, in Westtibet welche von 8 Meilen Länge. In Afrika kennt man keine Gletscher. Dagegen sind sie in Amerika im Nordwesten (in Alaska, Britisch Columbia, Oregon und Californien; in Californien kommen die letzteren, allerdings sehr zusammengeschrumpft am Mt. Lyell in 38° n. B. vor), an den Hochgipfeln der Cordilleren, in der tropischen Sierra de Sa. Martha und in Chile (vom 35.° an), Patagonien und Feuerland nachgewiesen. Die Ostgebirge bergen keine. Endlich hat auch der fünfte Erdtheil in Neuseeland seine Gletscher, welche auf der Südinsel trotz verhältnißmäßig hoher Jahreswärme durch die beträchtlichen Niederschlagsmengen eine bedeutende Entwicklung nehmen und thalwärts bis 1100 Meter reichen.

Die gewaltigsten Gletscherbildungen haben aber, wie zu erwarten, die Polargegenden aufzuweisen. Doch sind es hier nicht nur die Gebirge, sondern auch die mäßig hohen Tafelländer, welche mit fließendem Eise bedeckt sind. Dort ist z. B. der größte Theil Grönlands unter einer zusammenhängenden Eisdecke begraben, aus der nur selten wie Klippen aus dem Meere Felskuppen hervorragen. Es sind gleichsam

Digitized by Google

die Fransen oder Zotten dieses Eismantels, welche in den Fjordthälern bis zum Meeresspiegel herabreichen, um dort stets fortrückend in Form von Eisbergen sich abzulösen. Alle Inseln des Franz Joseph-Landes sind „blasenartig" übergletschert und der Gletscherfuß von 30 und mehr Meter Höhe ist der gewöhnliche Küstenrand. In Spitzbergen ist das ganze Nordostland mit Eis bedeckt. Zu oberst liegt trockener Schnee, der, in feinen Staub aufgewirbelt, wie Wüstensand die Reisenden belästigt, dann folgt 2—3 Meter tief harter Schnee, dessen Fläche glatt wie ein polirter Marmorboden, dann eine Schicht prachtvoller Eiskrystalle, dann körniges, dann dichtes Gletschereis. Im südlichen Eismeer fuhr Roß 100 engl. Meilen weit an einer ununterbrochenen Eiswand von stellenweise 100 Meter Höhe hin, welche hier die Küste bildete und welche noch weiter sich erstreckte, so weit der Blick reichte: offenbar eine Gletscherzunge, ähnlich dem Humboldt-Gletscher, dessen Rand auf 15 Meilen Länge beim 80. Breitegrad ans Meer heraustritt.

Eine solche mächtige Vergletscherung wie diese war in einer geologischen Periode, welche nicht sehr weit zurückliegt, nicht auf die Polargegenden beschränkt, sondern griff von den Gebirgen aus weit in die Hügelländer und Ebenen hinab. Dieselben, welche heute nur im Winter von spärlichen und sehr vergänglichen Schneehüllen bedeckt werden, trugen damals die Last eines gewaltigen Eismantels. Es scheint, daß nicht nur die Alpen ihre Gletscher bis in die Nähe der Donau und der Neckarquellen nordwärts und in die Poebene südwärts sandten, sondern, daß von Skandinavien her auch über Norddeutschland eine Eisdecke sich ausbreitete, welche bis an unsere Mittelgebirge heranreichte. Noch gewaltiger war die Vereisung Nordamerika's, welches von Norden her bis zu ungefähr 40° n. B. von einem Gletscher bedeckt ward, dessen Dicke von Dana für Neuengland auf 1000—2000 Meter geschätzt wird.

Die Erklärung dieser erstaunlichen Ausbreitung des Eises, welche ebensowohl größere Kälte als größeren Niederschlagsreichthum voraussetzt, ist Sache der Geologie. Uns interessiren vorzüglich die Wirkungen, welche sie auf die Gestaltung der Oberflächenformen der Erde geübt hat. Eine derselben, die

Digitized by Google

Fjorde, haben wir schon kennen gelernt. Verbreiteter ist aber die Moränenlandschaft, von welcher die Fjorde nur eine unter gewissen Umständen auftretende littorale Ausbildung darstellen.

Man hat als Moränenlandschaft das Bild jener Regionen zusammengefaßt, in denen ausgedehnte Massen von Gesteinsschutt, von den gewaltigen erratischen Blöcken, welche mehrere Tausend Tonnen Gewicht erreichen können, bis zu Sand und Lehm herab, eine Decke bilden, welche die anstehenden Gesteine an fast allen Punkten verhüllt und welche gewisse charakteristische Formen dem Boden und der Vegetation aufprägt, die denselben bedeckt. Es ist nach Desors Definition jene besondere Gestaltung des Bodens, welche sich durch größte Mannigfaltigkeit der Formen und entsprechende Varietät des Bodenbaues bei verhältnißmäßig geringen Dimensionen auszeichnet und bisweilen mitten in der Ebene, öfters jedoch am Fuß des Hochgebirges auftritt. Man braucht übrigens nicht wirklichen Moränen zu begegnen, um den Eindruck der Moränenlandschaft zu haben. Es genügen die zahlreichen regellosen Unebenheiten, die dem schuttbedeckten Boden eigen sind und welche zahlreichen, anscheinend ebenso regellos zerstreuten Seen und Torfmooren, die einst Seen waren, Ursprung geben; es genügt der Anblick der verschlungenen und verwirrten Flußläufe, die in dem gefällarmen Schuttboden sich verirren, und vor Allem der Irrblöcke, welche in diese flache Umgebung so gar nicht passen, und größere Kräfte, als wir heute dort wirksam sehen, zur Erklärung ihres Daseins zu erheischen scheinen. Man verkennt nie, wenn man ihn einmal kennen gelernt, diesen eigenthümlichen Complex von Erscheinungen, der uns aus Nordamerika und Sibirien genau in derselben Weise beschrieben wird, wie wir ihn von unserem norddeutschen Tiefland oder von der bayerischen Hochebene kennen und der in Irland ebenso auftritt wie in Finnland.

Wenn wir beim fließenden Wasser die zertrümmernde, wegführende und wieder ablagernde Thätigkeit als die Hauptfunktion im geographischen Sinne erkannt haben, so frägt es sich nun, ob den Gletschern, welche ja ebenfalls fließendes Eis darstellen, eine ähnliche erodirende Wirkung zukommt? Daß sie Ablagerungen bilden, und zwar in großer Ausdehnung

Digitized by Google

und Mächtigkeit, haben wir gesehen, aber der Schutt dieser Moränen ist großentheils nur zufällig auf den Gletscher gekommen und dann von ihm fortgetragen und endlich abgelagert, unterwegs wohl auch durch Schleifung und Ritzung leicht verändert worden. Uebt aber nicht das Eis selbst, indem es sich bewegt, eine Wirkung auf seine Unterlage aus, tritt es nicht, mit andern Worten, thalbildend auf gleich dem fließenden Wasser? Wir betreten mit dieser Frage ein sehr strittiges Gebiet, denn die Ansichten über die Erosion durch Gletscher gehen weit aus einander. Während einige Geologen und Physiker (Tyndall, Ramsay u. A.) das Gletschereis wie einen Hobel auf seine Unterlage wirken, es ganze große Becken, wie z. B. das des Genfersees, aushöhlen lassen, sind Andere der Meinung, daß die Gletscher außer den Ritzen, Schrammen und Spiegelflächen, welche sie oberflächlich hervorrufen, das Bett, durch welches sie sich bewegen, intakt lassen oder höchstens nur wenig austiefen.

Man muß hier offenbar zwei Gruppen von Thatsachen auseinanderhalten: 1) die Erosion durch das Eis, und 2) die Erosion durch das Schmelzwasser. Was die erstere anbetrifft, so wissen wir, daß das Eis vermöge der Sandkörner, Kiesel u. s. f., welche es an seiner Sohle und seinen Seiten einschließt, im Stande ist, härtestes Gestein, über welches es sich hinbewegt, zu schrammen. Wir haben hier offenbar eine Wirkung des Druckes vor uns, welchen das mit hartem Reib- und Schleifmaterial ausgestattete Eis auf die Wände seines Bettes ausübt. Es ist wahr, daß diese Ritzen und Schrammen in der Regel nicht sehr tief sind und daß es als Ausnahme gelten muß, wenn z. B. Helmersen nach Nordenskjölds Autorität eine 2—3 Zoll tiefe, 2 Fuß breite und 21 Fuß lange Eisschramme aus silurischem Kalkstein der Insel Göthland anführt. Dafür sind sie aber sehr zahlreich und weisen eine Einheitlichkeit der Richtung auf weite Strecken auf, welche sehr bemerkenswerth ist. Dieselbe entspricht im Allgemeinen dem Gefälle des betreffenden Landes oder Thales. Bei einzelnen Gletschern werden die Schrammen in ihrer Richtung durch die Gestalt und Richtung des Thales bestimmt sein, aber da, wo, wie in Grönland und Nordostland, eine Eisdecke alles bedeckt, die nach einer bestimmten Richtung

Digitized by Google

abfließt, werden dieselben einer allgemeineren Richtung folgen müssen. So ist es in Skandinavien und Finnland, wie man aus Nordenskjölds Karte von Finnland ersieht, auf der die Schrammen sich in nordnordwestlicher und südsüdöstlicher Richtung ziehen. Nur im höchsten Nordosten bei Kusamo wird die Richtung mehr westlich-östlich und bei Torneo nördlich-südlich. Im östlichen Schweden gehen sie gleichfalls Nordnordwest-Südsüdost. Dagegen sieht man am Weißen Meer die Schrammen am Südufer der Kola-Halbinsel westlich-östlich, am Nordufer südwestlich-nordöstlich, am Ostufer südöstlich-nordwestlich ziehen, d. h. vom finnisch-skandinavischen Norden strahlenförmig nach allen östlichen Theilen der Windrose zwischen Süd und Nord. So weisen die felsigen Gegenden Nordamerika's durchgehends Schrammen auf, deren allgemeine Richtung nördlich-südlich, wenn auch unter vielfachen örtlichen Ablenkungen. Sie führen auf die einstige Bedeckung dieser Gegenden mit großen Eismassen zurück, vergleichbar dem Inlandeis Grönlands oder Nordostlands.

Was beweisen diese Schrammen für die Erosion? Offenbar, daß das Eis einen genügend starken Druck ausübt, um die Sandkörner, Kiesel und andere harte Gegenstände, die es mit sich führt, selbst in sehr hartes Gestein einzupressen und dadurch Furchen in dasselbe einzugraben. Ferner daß das Eis consequent in gleicher Richtung diese Furchen gräbt. Um hieraus starke erodirende Wirkungen abzuleiten, braucht es nur noch des Nachweises, daß diese Wirkung nicht bloß einmal, sondern öfters stattfindet und dieser Nachweis ergibt sich von selbst daraus, daß das Eis ein fließender Körper ist, der unter wesentlich gleichem Druck über seine Unterlage hingeht und stets bewaffnet ist mit Reibstoff, den es an dieselbe anpreßt.

Betrachten wir nun die Erosion durch das Gletscher-Schmelzwasser. Die Thatsachen: Sehen wir einen Gletscher an. Das Wasser, welches auf der Oberfläche geschmolzen wird, fließt in die Spalten, die das Innere des Gletschers durchziehen und gelangt immer erst nach längerer Zeit auf den Grund, da die Spalten selten durchgehen. Eine erhebliche Wassermasse gelangt wahrscheinlich sehr spät auf den Erdboden, und fließt im Inneren des Eises bis nahe zur

Digitized by Google

Gletscherzunge, wo wir nun plötzlich eine ganz gewaltige Masse Schmelzwasser hervorkommen sehen, welches gewöhnlich in einer tiefen Schlucht, die es sich gegraben, mit starkem Gefäll zu Thale geht.

Suchen wir zu erkennen, was hier vorgeht: Schnee und Eisdecke halten vor einem großen Theil des Thalabschnittes, den wir hier betrachten, das fließende Wasser fern; es kann nicht auf den Boden gelangen. Es gelangt großentheils nur als Gletschereis zu Thal, wo dann, nachdem die Erosion so lange ferngehalten war, plötzlich das fließende Wasser in einer heftigen Weise und in großer Menge auftritt. Ohne Zweifel wird die Oberfläche des Bodens in ganz verschiedener Weise beeinflußt. Er wird tief eingeschnitten und überhaupt am stärksten erodirt in dem Abschnitt, welcher dem Gletscherende zunächst gelegen ist.

Ob man dem Eis oder dem Schmelzwasser des Gletschers eine größere erodirende Kraft zuschreiben will, ist in dieser Frage, was das Resultat betrifft, gleich; denn dieses wird nie ein Thal sein, so wie das Wasser, sich selbst überlassen es ausgräbt, sondern immer ein enger Kanal, denn das Wasser wird ja an der Wirkung in die Breite, nach der es strebt, durch das Eis gehindert, welches ihm ganz bestimmte Wege weist.

Zur Vervollständigung dieser Betrachtung würde es nun nur noch nothwendig sein, den Betrag von Schlamm abzuschätzen, welchen der Gletscherbach aus dem Gletscher herausführt. Alle Gletscherbäche sind stark mit Schlamm beladen, das zeigt zur Genüge ihre starke Trübung. Aber Messungen dieser Schlammführung besitzen wir nur sehr wenige. Nach den Messungen Schlagintweit's führt die Oetz bei Vent im Herbst 0,853 in 100,000, die Moell bei Heiligenblut in ungenannter Zeit 0,19 schwebende Bestandtheile. Es ist das viel weniger als manche Flüsse bei Hochwasser führen, aber es summirt sich bei der großen und die ganze warme Jahreszeit hindurch sehr constanten Wassermasse dieser Gletscherbäche. Für die Aar, wo sie den Unteraargletscher verläßt, werden 284,274 Kilo Schlamm und Sand in 24 Stunden angegeben. Da man auch diese Leistung als für die erodirende Wirkung des Gletschers bedeutungslos damit zurück-

Digitized by Google

weisen wollte, daß sie von dem auf den Gletscher gefallenen Schutt also den Moränen herrühre, so ist es nicht ohne Interesse, hier an eine Angabe R. Brown's zu erinnern, nach welcher bei moränenarmen Gletschern Grönlands der Gletscherbach selbst in der Nähe kleiner Gletscher das Meer 1½ Seemeilen trübt, und an die Schilderung Laube's von den Kleinen Kutekinseln, die noch weit vom Gletscher entlegen und dennoch mit einer 6′ tiefen Schicht von Gletscherschlick umgeben sind.

Neben der Erosion der Erdoberfläche kommt den Gletschern noch eine wichtige Funktion zu dadurch, daß sie als regulirendes Element von Bedeutung in den Wasserständen der Flüsse und Seen auftreten. Von den 6564 Quadratkilometern des Rheingebietes oberhalb des Bodensees sind 266 Gletscher, von den 5382 der Rhone oberhalb des Genfersees 1041. Darum hat der letztere einen regelmäßigen sogenannten Beharrungs-Wasserstand trotz geringerer Niederschlagsmengen, während der Bodensee nach starkem Frühsommer-Wasserstand schon im August Niederwasser hat.

Eine häufige und eigenartige Erscheinung sind in den Meeren höherer Breite die Eisberge, große schwimmende Eismassen von oft phantastischsten Gestalten, welche von den Rändern der Polarländer langsam nach den wärmeren Meeren hintreiben, bis sie von der Sonne und dem warmen Wasser geschmolzen sind. Sie sind in der Regel einzige dichte Eisbrocken von oft gewaltiger Größe. Entsprechend ihrem geringen specifischen Gewicht, welches das des Meerwassers nicht ganz erreicht, taucht nur $^1/_7$ — $^1/_8$ ihrer Masse aus dem Meere hervor und doch berichtet z. B. Darwin von einem Eisberge in 61° s. B., welcher 70—80 Meter über dem Meeresspiegel hoch war. Das Eis der Eisberge ist weißlich mit dem bläulichen oder grünlichen Hauch des Gletschereises. Auch seine grobkörnige Struktur ist die charakteristische des Gletschereises. Ebenso tragen oder umschließen die Eisberge nicht selten Schutt und Felsblöcke, die ganz den Charakter von Moränen haben. Darwin sah in dem eben erwähnten Eisberg einen Block von 3½ Meter Höhe und 1½ Meter Breite eingeschlossen und Scoresby sah an der ostgrönländischen Küste in 69—70° n. B. Eisberge, die mit Steinen und Erde so beladen waren, daß man von

Digitized by Google

einzelnen annahm, sie trügen 50—100,000 Tonnen Schutt. Es erklären sich diese Eigenthümlichkeiten aus der Entstehung der Eisberge. Wenn in den eisreichen Polarländern, wo die Gletscher bis an das Meer herabreichen, ein Gletscher bei seinem Vorrücken immer tiefer in das Meer taucht, tritt ein Augenblick ein, wo er vermöge seines geringeren specifischen

Fig. 25. Eisberge im Nordpolarmeer.

Gewichtes nicht länger in der Tiefe verharrt, sondern an die Oberfläche strebt. Es reißt also das untere Ende des Gletschers ab und steigt an die Oberfläche, um als Eisberg fortzuschwimmen. Man nennt dieß in Grönland das „kalben" der Gletscher. Natürlich sind je nach der Art der Gletscher auch die von ihnen abstammenden Eisberge einigermaßen verschieden. Man darf erwarten, daß die aus den ostgrön-

Digitized by Google

ländischen Hochgebirgen stammenden dichter und schuttreicher sein werden, als diejenigen, welche von den weiten, fast ebenen Firnflächen der Südpolarländer herab ins Meer gelangten. In der That zeigen die letzteren oft eine Andeutung von Schichtung in ihrer Struktur und führen weniger Schutt.

Indem die Eisberge nach den wärmeren Regionen der Meere hintreiben, schmelzen sie allmählich ab. Aber man findet sie vorzüglich im Frühling noch bei 50—55° in großen für die Schifffahrt gefährlichen Mengen im nordatlantischen Ocean und sie gelangen sogar bis auf die Höhe der Bermudas und im südatlantischen Ocean bis 37°. Daß sie in diesen Gegenden einen abkühlenden Einfluß auf das Klima ausüben, ist zweifellos. Man hat auch behauptet, daß sie an denjenigen Punkten, wo sie in größerer Menge zum Schmelzen gelangen, wie z. B. bei Neufundland beim Zusammentreffen mit dem Golfstrom, durch den Schutt, den sie fallen lassen, unterseeische Schuttbänke bilden müssen. Aber die bekannten Neufundlandbänke scheinen nicht auf diese Weise entstanden, sondern einfach unterseeische Felsplatten zu sein. Ohne Zweifel tragen die Eisberge in langen Zeiträumen nicht wenig zu der Schuttbedeckung des Meeresbodens bei. Aber Schutt in irgend nennenswerther Menge werden natürlich nur diejenigen Eisberge tragen, welche die Trümmer von bergüberragten Gletschern darstellen, da aber Berge, welche nicht durch eine Schneedecke vor dem Abbröckeln geschützt werden, in den Polarländern mit Ausnahme Ostgrönlands selten sind, so darf man auch schuttbeladene Eisberge, d. h. Stücke von moränenbedeckten Gletschern, nicht in großer Zahl vermuthen.

Digitized by Google

XXI.

Die Seen.

Ihre Mittelstellung zwischen Meer und Flüssen. — Abflußlose Seen. Entstehung. Größe, Tiefe, geographische Verbreitung. Veränderlichkeit des Wasserreichthums. Salzgehalt. — Abfluß- oder Flußseen. Uebergang von den abflußlosen zu den Abflußseen. Gruppirung und Klassifikation. Geographische Verbreitung. Abhängigkeit von Bodengestalt und Klima. Größe. Tiefe. Form des Beckens. Veränderlichkeit des Wasserstandes. Entstehung: Seen der Moränenlandschaft. Fjordseen. Abgeschnürte Meeresbuchten. Auffüllung von Seen. Meeresthiere in Seen. Sümpfe.

Zwischen den beiden großen Wassermassen der Erde, derjenigen, welche im großen Becken des Weltmeeres ruht, und derjenigen, welche in Quellen und Flüssen nach diesem Meere hin in Bewegung ist, stehen kleinere Ansammlungen, die theils in rings umschlossenen Becken ruhen gleich dem Meere, theils in so langsamem Fließen begriffen sind, daß sie zu ruhen scheinen für den Blick, welcher sie rasch überschaut. Jene sind in der That stehende Wasser und diese sind in Wahrheit fließende; es würden also jene an die Seite des Meeres zu stellen sein, während diese offenbar mit den Flüssen zusammengehören. Da sie aber das gemeinsam haben, daß sie verhältnißmäßig kleine Vertiefungen der Erde: Becken, Schluchten, Krater u. dgl. ausfüllen, in welchen sie den Eindruck ruhender oder höchstens nur sehr langsam fließender Wasser machen, faßt man sie immer als *Seen* zusammen, wie die Volkssprache es längst gethan hat. Und in der That sind alle diese „stehenden Wasser", wie man sie wohl auch im Gegensatz zu den fließenden nennt, trotz vieler und erheblicher Verschiedenheiten in Größe, Form, Vorkommen und vor Allem in der Natur ihrer Umrandung durch so zahlreiche Uebergänge mit einander verknüpft, daß die Wissenschaft in Bezug auf dieselben nichts Besseres thun konnte, als dem Sprachgebrauche folgen. Denn das Wesentliche bei allen diesen Formen des Vorkommens von Wasser

Digitized by Google

an der Erdoberfläche ist die Erfüllung größerer oder kleinerer becken-, schluchten- oder kraterförmiger Vertiefungen mit ziemlich tiefem Wasser, dessen Bewegung entweder aufgehoben oder doch stark verlangsamt ist. Ihnen verwandt sind die verschiedenen Arten von Sümpfen, Brüchen u. dgl., welche gewöhnlich entweder einmal Seen waren oder auf dem Wege sind, welche zu werden. Um Uebersicht zu behalten in dieser Fülle von Erscheinungen, die neben dem eben hervorgehobenen großen Zuge von Gemeinsamkeit mannigfaltige Verschiedenheiten aufweisen, kann man alle Seen in zwei große Gruppen eintheilen: Abflußlose, die meist salziges Wasser haben, und Abflußseen, die mit Süßwasser gefüllt und in irgend welchen Theil eines fließenden Gewässers eingeschaltet sind. Die letzteren werden dann wieder nach ihrer Lage in Gebirgsseen, Gebirgsrandseen, Hochebenenseen, Tiefland- und Küstenseen getheilt werden können.

Die abflußlosen Seen haben das mit dem Meere gemein, daß sie Vertiefungen des Bodens ausfüllen, nach welchen aus höhergelegenen Umgebungen Wasser abfließt, das hier zur Ruhe gelangt. Auch ist die Folge dieses Zuruhegelangens dieselbe wie beim Meer: das Wasser wird salzig. Die fließenden Wasser weisen ausnahmslos einen erheblichen Gehalt an gelösten Salzen auf (s. o. S. 224), welche bei der Verdunstung zurückbleiben, der dieselben in einem Seebecken unterworfen werden. Indem immer neues Wasser zugeflossen kommt, aber auch beständig wieder verdunstet, sammeln sich die Salze mehr und mehr in dem See an, dessen Wasser dadurch sich concentrirt und die Eigenschaft einer Salzsoole gewinnt. So kommt es, daß alle wahrhaft abflußlosen Seen auch Salzseen sind. Diese beiden dem Meere entsprechenden Eigenschaften der Abgeschlossenheit und der Salzigkeit geben in der That den abflußlosen Seen eine solche Meerähnlichkeit, daß sie bei hinreichender Größe mit dem Meere häufig zusammengenannt werden („Kaspisee" und „Kaspisches Meer"). Dazu kommt noch, daß eine große Zahl von Salzseen zweifellos ihren Ursprung auf Abschnürung von Meeresbuchten zurückführt und daß ihr Spiegel thatsächlich oft unter oder nur wenig über dem des Meeres gelegen ist. Nicht unzutreffend ist daher die Bezeichnung „Exclaven des

Digitized by Google

Meeres", welche ein neuerer Geograph diesen kleinen abgetrennten Meerestheilen beigelegt hat.

Muster eines solchen Salzsees und der größte von allen ist der 8000 Quadratmeilen große Kaspisee, dessen Spiegel 26 Meter unter dem Meere gelegen ist, während die tiefste Stelle seines Bodens bis gegen 900 Meter hinabreicht. Die Einsenkung, in welcher er liegt, erstreckt sich nordwärts bis Saratow, westlich durch die salzreiche Manytschniederung bis zum Schwarzen Meer und ostwärts bis über den Balkhaschsee hinaus. In dieser Senke liegen noch einige andere große Salzseen, wie Aralsee (1267 Quadratmeilen und 48 Meter über dem Meer) und Balkhaschsee (375 Quadratmeilen und 160 Meter über dem Meer). Ein kleinerer in der Manytschniederung, der Eltonsee, ist mit 25,5 % Salzgehalt einer der salzgesättigtsten, die man kennt. Daß sie alle Reste eines Meeres, das vom Schwarzen Meer ostwärts tief nach Asien hinein, ja vielleicht bis zum Sibirischen Eismeer reichte, ist durch die Lage dieser Senke, durch Meeresthiere, die in den Seen derselben leben, und durch Reste von Meeresthieren bewiesen, welche man in der Steppe zwischen denselben findet. Ebenso gibt es Zeugnisse für die Meeresabstammung der kleinen Seen der Ammons-Oase (29 Meter unter dem Meer) und der Schotts von Nordafrika, des Assalsees Abessiniens, des Mohavetümpels im westlichen Nordamerika, einiger Salzseen Australiens und vieler anderen. Wohl zu merken, ist es nicht ihr Salzgehalt allein, welcher zum Beweise derselben dient, denn als rings abgeschlossene Becken, welche Verdampfungskessel für die in sie zusammenfließenden Wasser darstellen, würden sie mit der Zeit salzig werden müssen auch ohne jeden ursprünglichen Salzgehalt ihres Wassers oder ihres Bodens. Aber wahrscheinlich ist es allerdings, daß in manchen von ihnen der Salzgehalt zum Theil noch auf die Zeit des Zusammenhanges mit dem Meere zurückführt.

Anderer Ursprung ist mit hoher Wahrscheinlichkeit für Salzseen anzunehmen, welche mehr im Innern der Länder und zum Theil sogar in beträchtlicher Höhe gelegen sind und besonders häufig in Gegenden, deren trockenes Klima nicht günstig ist der Entwicklung größerer fließenden Gewässer, welche etwa im Stande wären, die geschlossenen Seebecken

Digitized by Google

zu durchbrechen und abzuleiten. Dahin gehört der Desaguadero des Titicaca-Sees, auf der peruanischen Hochebene in 3900 Meter gelegen, der Große Salzsee von Utah, Monosee, Owens-See und andere am Ostfuß der Sierra Nevada Californiens, die theilweise in mehr als 4000 Meter gelegenen Steppensalzseen von Tibet, Innerasien, von Nord- und Südamerika, dann wohl auch der Tsadsee des Sudan und der Ngami des südafrikanischen Wüstengebietes. Sehr verschieden wie sie sind in Höhen- und Klimalage, Größe und Salzgehalt, ist ihre Entstehung doch offenbar eine möglichst gleichartige, denn gemeinsam ist allen, daß sie aus Wasser bestehen, welches in abflußlosen Becken zusammengeronnen ist. Ihr Salz kann dabei entweder einfach dem normalen geringen Salzgehalt des fließenden Wassers entstammen oder kann durch Auslaugung salzhaltigen Steppen- und Wüstenbodens gewonnen sein. Ihr Wasserreichthum, der im Allgemeinen gering, ist sehr veränderlich, entsprechend der großen Veränderlichkeit der Steppen- und Wüstenflüsse und bei vielen schwankt man, ob sie nicht eher als Sümpfe denn als Seen anzusehen seien. Ihre Fauna ist selbstverständlich viel ärmer als die der vorherigen Gruppe und beschränkt sich in der Regel auf die Maden gewisser Zweiflügler und wenige kleine Krebsthierchen, von denen einige fast kosmopolitisch zu nennen sind.

Trotz der sehr verschiedenen Entstehungsweise ist, wie wir sehen, ein durchgreifender Unterschied zwischen diesen beiden Arten von abflußlosen Seen nicht zu finden, wenn man ihn nicht in der Fauna suchen will, die indessen in den sehr salzreichen Seen überhaupt viel ärmer ist als in den salzärmeren und deßhalb keinen sehr gültigen Unterscheidungsgrund abzugeben vermag. In der That ist es oft unmöglich, die Entstehungsweise eines dieser Seen aus seinem gegenwärtigen Zustande abzuleiten, und so ist es beispielsweise noch fraglich, ob das Todte Meer eine abgeschnittene Meeresbucht oder die Mutterlauge aus der seit Jahrtausenden hier sich vollziehenden Verdampfung und Concentration des Jordanwassers.

Betrachten wir die Salzseen vergleichend ohne Rücksicht auf die Verschiedenheit ihres Ursprunges, so ist zunächst die große Verschiedenheit ihrer Größe hervorzuheben. Die größten,

Digitized by Google

wie wir gesehen haben, sind Kaspisee (8000 Quadratmeilen) und Aralsee (1267 Quadratmeilen), und ihnen schließen sich an Balkhasch (375 Quadratmeilen), Tsad (680 Quadratmeilen), die Gruppe der Manasarowai-Seen in Tibet (ca. 570 Quadratmeilen). Unter den kleineren sind oft genannt das Todte Meer in Palästina (23 Quadratmeilen), der Urumjasee in Armenien (70 Quadratmeilen) und der Große Salzsee von Utah (27—30 Quadratmeilen).

Während die Flächenausdehnung, wie wir sehen, sehr verschieden, ist die Tiefe insofern bei den meisten übereinstimmend, als sie sehr gering ist. Die größte Tiefe beträgt (in Metern) 67 beim Aralsee, 22 beim Balkhasch, 2—5 beim Tsadsee, 15 beim Urumjasee, 10 beim Großen Salzsee. Eine starke Ausnahme macht nur der Kaspisee mit 900 und das Todte Meer mit gegen 400 Meter Tiefe. Uebereinstimmend ist dann ferner die Veränderlichkeit des Wasserstandes, welche natürlich zusammenhängt mit dem Mangel einer Regulirung durch den Abfluß und mit der geringen Tiefe. Sie prägt sich aus in den sehr verschiedenen Oberflächenzahlen, welche verschiedene Messungen ergaben. So sind für den Tsadsee bald 1000—2000 Quadratmeilen angegeben, je nachdem er in der Regenzeit gemessen wurde, wo er seine sumpfigen, mit Röhricht dicht bewachsenen Umgebungen überschwemmt hatte, oder in der trockenen Zeit. Am genauesten hat man diese Veränderungen wohl am großen Salzsee in Utah studirt, welcher gegenwärtig ungefähr 4 Meter höher sein soll als zur Zeit seiner ersten Besiedelung durch die Mormonen. Dieses Steigen vollzog sich unter Schwankungen seit 1852 und bewirkt es, daß dieser See heute ein um die Hälfte größeres Gebiet bedeckt als vor 30 Jahren.

Sehr verschieden ist der Salzgehalt, der allen eigen, nach Menge und Bestandtheilen, was natürlich auch Unterschiede des specifischen Gewichts bedingt, welches von wenig über 1 bis 1,27 schwanken kann. Der Kaspisee hat nur etwa 1,5, dagegen das Todte Meer 24, der Eltonsee 25,5, der Große Salzsee 22,4 %. Unter den Bestandtheilen dieser Salzmenge ist bei allen diesen größeren Seen stets am stärksten vertreten das Kochsalz, welches im Großen Salzsee 97, im Urumjasee 86, im Kaspisee 60, im Eltonsee 51, im Todten Meer 50 %

Digitized by Google

beträgt. Neben ihm erscheint in der Regel Chlormagnesium am stärksten; es ist im Eltonsee mit 41, im Todten Meer mit 32 % vertreten. Auf es pflegen dann Bittersalz und Gyps zu folgen. In den stark gesättigten Salzseen setzt sich das Kochsalz am Rande oder am Grunde krystallinisch ab oder schwimmt schollenweise auf dem Wasser. Der Salzgehalt wird bei gleichbleibender Wassermenge natürlich die Tendenz haben, sich zu vergrößern, und es erscheint daher abnorm, daß ein so viele Zuflüsse empfangendes und unter Zurückhaltung ihrer Salze verdampfendes Becken, wie das des Kaspisees, sogar eine geringere Salzmenge aufweist als das Meer. Man sucht in diesem Falle die Erklärung in dem Vorhandensein eines tiefer liegenden Beckens, des mit der Ostseite des Kaspisees in Verbindung stehenden und von ihm gespeisten Kara-Boghas, welcher eine fast gesättigte Salzlauge besitzt und dem C. E. von Baer die Rolle einer Concentrationspfanne für die dünne Soole des Kaspisees zuweist.

In kleineren Seen wiegen manchmal andere Salze vor als Chlornatrium. So Soda in den Natronseen der nordöstlichen libischen Wüste, der Gegend von Debreczin, am Wansee in Armenien, am Tezcocosee in Mexiko, Borax in Tibet, Californien und Nevada. In Californien war der 1856 entdeckte Boraxsee mit einer dicken Boraxschicht am Grunde bedeckt und von seinem Salzgehalt waren 25 % Borax. Schwefelsaures Natron und schwefelsaure Magnesia scheinen seltenere vorwiegende Bestandtheile. Noch häufiger als aus den Seen selbst gewinnt man diese Salze ebenso wie auch das Kochsalz aus den Salzbecken, welche sie nach ihrer Austrocknung hinterlassen.

Ausgetrocknete Salzseen und alle Mittelstufen durch zeitweilige oder dauernde Sümpfe hindurch sind in ausgedehnteren Steppengegenden gewöhnliche Erscheinungen, denn oft reicht die Wassermenge eines Steppenflusses nicht hin, um einen See zu bilden, wohl aber einen Sumpf, der zeitweilig zu einer harten salzigen Thonkruste vertrocknet, wie man es vom Mohavesee in der gleichnamigen Steppe des südwestlichen Nordamerika weiß.

Die Seen mit Abfluß, die Abflußseen, sind nicht scharf von den abflußlosen zu sondern. Es gibt welche,

Digitized by Google

die abflußlos sind, wenn sie unter eine gewisse Höhe sinken und dagegen Abfluß erlangen, wenn sie über diese Höhe hinaus steigen. Man kann sagen, daß sogar der Kaspisee kein ganz abflußloser See, indem er sein Wasser in den Kara-Boghas sendet, das denn in der That erst in diesem den concentrirten laugenhaften Charakter des wahren abflußlosen Sees gewinnt. Immerhin hat aber der Kaspisee selbst noch salziges, wenn auch schwachsalziges Wasser. Aber der Tanganjikasee hat völlig süßes Wasser und war dennoch zur Zeit, als Stanley zuerst sein Westufer aufnahm, abflußlos. Diese räthselhafte Thatsache hat sich aber aufs Befriedigendste erklärt, als man durch Thomson vernahm, daß er einen sehr veränderlichen Wasserstand habe, welcher seine Fluten in den letzten Jahren um nicht weniger als 8 Fuß habe steigen lassen. Thatsächlich hat er jetzt einen breiten, wasserreichen Abfluß, und genau an der Stelle, wo Stanley den versumpften, blind endenden Lukuga gefunden hatte.

Einige Küstenseen und Brüche sind ohne sichtbaren Abfluß und communiciren mit der See nur nach den Gesetzen des hydrostatischen Drucks, wie die bei andauernd ablandigen Winden in den Torfmooren eintretende Trockenheit und im entgegengesetzten Fall der brackige Geschmack des aufsteigenden Grundwassers beweisen. Ohne sichtbaren Abfluß sind auch manche Seen, deren Wasser sich Auswege in unterirdischen Spalten und Höhlen sucht, und diese sind häufig in jenen Kalkgebirgen, welche auch durch Höhlen, unterirdische Flüsse und Trichtergruben ausgezeichnet sind. Der Zirknitzer- und Kopaissee gehören hierher. Indem manche dieser Seen mit größeren unterirdischen Becken in Verbindung stehen, können sie sich ebenso rasch wieder füllen, wie sie sich entleert haben, wie man es z. B. vom Zirknitzer See kennt.

Die Abflußseen, welche man auch kurz Flußseen nennen könnte, weil ihr Wasser fließend ist und in einer oder anderer Weise mit Flüssen sie in Beziehung setzt, haben außerdem, daß ihr Wasser in langsamer Bewegung begriffen ist, noch das gemeinsam, daß sie alle nur süßes Wasser umschließen. An Größe sind sie hingegen ebenso verschieden wie die abflußlosen, und an Tiefe noch viel verschiedener. Gruppenweises Auftreten ist für sie noch bezeichnender als für

Digitized by Google

jene; die Bezeichnungen Seenregion, Seenplatte u. s. f. sprechen dasselbe deutlich aus. Versucht man es, sie geographisch zu ordnen, so wird es nicht schwer, eine größere Anzahl solcher Seen zu natürlichen Gruppen zu verbinden, entweder indem man die Seen einer bestimmten geographisch charakterisirten Region oder aber die eines und desselben Flußsystemes zusammenfaßt. So lassen sich z. B. die Seen der schwäbisch-bayerischen Hochebene, die Seen der schweizerischen Voralpen, der norddeutschen Seenplatte oder des afrikanischen Aequatorial-Hochlandes auf der einen Seite, die Inn-, Aar-, Limmathseen, die Seen des Pregel, der Oder, des Nil, des Congo natürlich gruppiren. Dagegen ist es schwerer, dieselben ohne Rücksicht auf die Räume, über welche sie verbreitet sind, bloß nach ihren gemeinsamen Eigenschaften zu klassificiren. Schwerer, weil nicht eine einzige Klassifikation sich aufzwingt, sondern weil mehrere derselben sich mit ziemlich gleichem Grade von Berechtigung darbieten. Man kann sie in die verschiedenen Abschnitte der Flüsse einordnen, zu denen sie gehören und demnach Quellseen, Seen des Ober-, Mittel- und Unterlaufes unterscheiden. Oder man kann sie nach den Bodenformen vertheilen, denen sie angehören, und hier wären vor allen die Hochebenen-, Tiefland- und Gebirgsseen auseinanderzuhalten. Wir haben schon gesehen, wie groß der Einfluß der Bodengestalt auf den Seenreichthum ist. Leicht geneigte Hochebenen zeigen sich in allen Erdtheilen besonders geeignet, Seen auf ihrer Oberfläche anzusammeln, und es ist gerade diese Bodenform, welche in unserem Gebiete in großer Ausdehnung vertreten ist. Nach ihnen sind die Tiefländer durch Reichthum an Seen ausgezeichnet, aber bei diesen ist häufig die Verbindung mit großen Flüssen eine zu innige, als daß sie so scharf ausgeprägte Individualitäten zu bilden vermöchten, wie die Hochlandseen. Sie sind häufig nur Erweiterungen im Unterlauf der Flüsse und bei manchen ist es schwer zu bestimmen, ob man See oder Sumpf vor sich habe. Auch manche Gebirge sind nicht arm an Seen, sofern ihr Abfall nicht zu steil und ihre Thäler nicht zu eng sind.

Die geographische Verbreitung der Abflußseen und überhaupt aller Seen läßt diese Abhängigkeit derselben

Digitized by Google

von der Bodengestaltung aufs Deutlichste erkennen. Am seenreichsten sind überall die Hochebenen, so die Landhöhen Nordamerika's, die innerafrikanischen Hochebenen und theilweise auch die asiatischen, in Europa die finnische und die baltische Seenplatte und die schwäbisch-bayerische Hochebene. Die Tiefebenen zeigen sich fast immer seenreich in der Nähe flacher Küsten, wo durch Abschnürung von Haffen sich Küstenseen bilden oder wo die Schlammablagerungen der unteren Flußläufe in Deltas und ähnlichen Bildungen Seen einschließen. Man denkt hierbei an den Mälarsee, den Jalpusch und die anderen Seen des Donautieflandes, an den See von Comacchio im Podelta, den Poyangsee in dem des Yang-tse, den Pontchartrain im Mississippidelta, an die Seen des Nildelta, den Lacus Flevo, der zur Römerzeit die Stelle des Zuyderse einnahm, die texanischen Küstenseen u. s. w. Oft scheint bei Bildung der Tieflandseen Hebung der Küsten mit entsprechender Abschnürung von Meeresbuchten wirksam zu sein, wie wir das von den Seen der aralo-kaspischen Niederung schon oben ausgeführt haben und wie es vom Wener-, Wetter-, Onega-, Ladogasee fast sicher ist. In den Hochgebirgen sind die Seen überall da reichlich vertreten, wo durch das Hervortreten der Hochland-Grundlage (s. o. S. 120) Ruhepunkte für das fließende Wasser in Gestalt von Hochflächen und breiteren Hochthälern entstehen, oder wo aus der Zeit ausgebreiteter Gletscherbedeckung stauende Schuttmassen in den Thälern aufgehäuft liegen. Und am Rande der Gebirge stellen sie sich da häufig ein, wo Hochebenen oder Tiefebenen mit weiten Flächen sich an dieselben anlagern, auf denen der Schutt stauende Wälle bildet, oder in welche Eis und fließendes Wasser tiefe Becken eingeschnitten haben. Seen von geringerer Größe finden sich in jedem Hochgebirge, z. B. auf den Abflachungen der Paßübergänge, am Fuße von Gletschern u. dgl.; aber größere Seen, wie sie den Kern unserer Alpen umgeben, fehlen z. B. nicht nur ganz den Pyrenäen, sondern auch den Hauptketten des Himalaya mit einziger Ausnahme des Kaschmirthales, und dem Kaukasus, sowie dem größten Theil der amerikanischen Westgebirge. Es ist ein Hinweis auf die Bedingungen ihres Vorkommens, wenn sie sich dagegen nördlich vom Himalaya auf der tibe-

Digitized by Google

tanischen Hochebene, dann auf den Hochebenen von Peru und Utah, die in die Kordilleren eingeschaltet sind und auf dem südlich an den Kaukasus sich anlehnenden Hochebenen Armeniens in größerer Zahl einstellen, und wenn das zwischen Tafelland und Hochgebirge mitten inne stehende skandinavische Gebirge vielleicht das seenreichste von allen ist.

Daß die Seen auch eine von den Klima-Verhältnissen einigermaßen abhängige Verbreitungsweise aufweisen, kann bei ihrer Abhängigkeit von den Niederschlagsmengen nicht erstaunen. Wo es keine Flußsysteme gibt, kann es natürlich auch keine Abflußseen geben, und jene fehlen in den Steppen- und Wüstenregionen ganz oder sind nur als zeitweilig gefüllte Wasserläufe vorhanden. Sie fehlen und mit ihnen die Seen, in den Polargegenden, wo fließendes Eis an die Stelle des fließenden Wassers tritt, und sind am häufigsten in den niederschlagsreichen gemäßigten Zonen, wo durch Eiswirkung zahllose Becken ausgehöhlt und gewaltige Schuttmassen aufgehäuft sind.

In der Größe sind die Abflußseen fast ebenso verschieden wie die abflußlosen, nur fehlt hier ein so überragendes Gebilde wie der Kaspisee. Die Gruppe der 5 großen kanadischen Seen ist insgesammt 4180 Quadratmeilen, also etwa halb so groß wie der Kaspi. Die größten Einzelseen sind der Obere See (1505 Quadratmeilen), der Ukerewé oder Victoria Nyanza (12—1500), der Michigan (1053), der Huron (988), der Mwutan oder Albert Nyanza (über 700), der Baikal (580), der Tanganjika (555), der Erie (515), der Große Winnipeg 458, der Große Bärensee 375. Unter den europäischen sind Ladoga mit 337, Onega mit 159, Wener mit 95, Wettern mit 34 Quadratmeilen, und unter den uns näherliegenden mitteleuropäischen: Plattensee mit 18, Genfersee mit 10,5, Bodensee mit 9,8, Langensee mit 3,9, Chiemsee mit 3,5, Garda mit 2,6, Schwerinersee mit 2 Quadratmeilen die bedeutendsten. Hinsichtlich der Tiefe walten zwar ebenfalls sehr große Verschiedenheiten ob, sie sind aber im Allgemeinen tiefer als die abflußlosen Seen, und besonders sind unter den größeren Abflußseen keine so ganz seichten wie unter den größeren abflußlosen. Man gibt als Tiefe des Baikal 1240 (Meereshöhe 442 Meter), des

Digitized by Google

Ontario 1100 (Meereshöhe 70), des Oberen Sees 400 (Meereshöhe 185), des Langensees (210 Meereshöhe) 800, des Comersees (212 Meereshöhe) gegen 600, des Achensees (928 Meereshöhe) 750 Meter an. Bei solch beträchtlichen Tiefen reicht, wie man sieht, die Mehrzahl dieser Seen unter den Meeresspiegel hinab. Es findet dasselbe auch beim Ladoga- und Onegasee statt, welche 378 bezw. 180 Meter tief sind und nur wenige Fuß über dem Meeresspiegel liegen, und ebenso bei dem zwar nur 125 und 90 Meter tiefen, aber auch nicht mehr als 88 bezw. 43 Meter über Meereshöhe liegenden Wettern- und Wenersee in Schweden. Diese selbe Thatsache wiederholt sich oft und ist wichtig, weil sie Schlüsse ziehen läßt auf die Entstehungsweisen dieser Seen. Uebrigens weisen auch kleine Seen, deren Boden noch weit über dem Meeresspiegel bleibt, doch in der Regel ganz achtungswerthe Tiefen auf. So hat der Bodensee 278, der Genfersee 321, der Würmsee 245, der Königssee 185, der Chiemsee 139, der Tegernsee 100, der Ammersee 85, der Kochelsee 80 Meter Tiefe. Was die Form der Seebecken anbetrifft, so scheint bei den größeren und tieferen in der Regel vom Ufer her ein sanfter Abfall stattzufinden, der dann plötzlich steiler wird, um in bedeutender Tiefe sich in eine Fläche auszubreiten, welche einen großen Theil des Bodens, ja im Genfer- und Vierwaldstättersee sogar den größten Theil desselben einnimmt. Den Boden des Genfersees bildet z. B. eine Fläche von 6 Kilometer Länge, über welche sich keine Unebenheiten von mehr als 10 Meter erheben. Dieß ist offenbar eine Auffüllungsebene, welche aus feinen niedergesunkenen Schwemmstoffen besteht und in ganz allmählicher Erhöhung begriffen ist. Natürlich geschieht aber die Ausfüllung der Seen nicht in der Weise, daß der Boden sich allmählich hebt, sondern sie wachsen durch Deltas und Schuttkegel von den Rändern her (s. o. S. 243) zusammen, bis sie endlich den See zu einem Flusse eingeengt haben. Nicht dem Boden, sondern der Oberfläche eines Sees entsprechen die sog. aufgefüllten Seebecken, welche in den Lauf von Flüssen eingeschaltet sind. Durch zahlreiche zerfallende Schneckenschalen erlangt der Seeboden manchmal starken Kalkgehalt und eine auffallende helle Färbung (Seekreide).

Digitized by Google

Die Wassermenge dieser Seen, indem sie durch den Zu- und Abfluß beständig regulirt wird, kann nie in so weiten Grenzen veränderlich sein wie die der abflußlosen Seen, und die Aenderungen, welche eintreten, sind immer nur von kurzer Dauer. Der Bodensee hat seinen niedersten Wasserstand im Februar, seinen höchsten im Juni. Der mittlere Unterschied zwischen beiden beträgt 1,56 Meter, während der höchste bekannte Wasserstand sich 4,74 Meter über den niedersten erhebt. Bei kleineren Seen kommen, wenn sie ein verhältnißmäßig ausgedehntes Flußgebiet besitzen, größere Schwankungen vor. So stieg bei der Ueberschwemmung vom Herbst 1868 bei Locarno der Lago Maggiore 7,5 Meter über den 0 Punkt (niedrigster Winterwasserstand) des Pegels. Hingegen beträgt die Grenze der äußersten Schwankungen beim Eriesee nicht mehr als 0,67 Meter, beim Ontario 1,4 und in der Straße von Detroit, welche die Wassermassen eng zusammendrängt, doch auch nur 1,6 Meter innerhalb 50 Jahren. Allerdings ist aber auch die Wassermasse dieser 5 zusammenhängenden „Großen Seen" eine gewaltige, welche im Stande ist, Schwankungen auszugleichen. An manchen Seen sind unzweifelhaft Spuren von einstigem Höherliegen des Wasserspiegels in Gestalt von Strandlinien beobachtet, ähnlich im Wesentlichen denen der Meeresküsten. Vorübergehende und unperiodische Schwankungen, die oft nur wenige Stunden währen, sind an verschiedenen größeren Seen nachgewiesen und sie sollen Schwellfluten bis zur Höhe von über 2 Meter im Eriesee erzeugen. Ihre Ursache, über die man sehr im Unklaren ist, dürfte am wahrscheinlichsten in plötzlichen Veränderungen des Luftdruckes zu suchen sein. Sicher nachgewiesen ist die Abhängigkeit vom Luftdruck bei den Schwankungen des Mälarsees, welcher, ein Mittelding von Meeresbucht und See, bei starkem Luftdruck nach der Ostsee ausfließt, während bei geringem Luftdruck Ostseewasser in denselben einströmt.

Die Entstehung der Abflußseen kann eine sehr verschiedenartige sein. Viele kleine Seen sind offenbar einfach auf Stauung des Wasserabflusses zurückzuführen. Darauf deutet der Seenreichthum der mit Glacialschutt bedeckten und durch diesen in zahlreiche kleine Becken und Hügel gegliederte Moränenlandschaft hin (s. o. S. 270); die verworrene Ge-

Digitized by Google

stalt der Flußsysteme auf der finnischen und nordamerikanischen Seenplatte, welche nothwendig zu Seenbildung führt, entspricht einer solchen stauenden Wirkung, welche ebenso auch den Seenreichthum der norddeutschen Seenplatte und der bayerischen Hochebene erklärt. Die vorhin hervorgehobene geographische Verbreitung der aus zahlreichen kleinen und oft dazu auch einigen großen Seen sich zusammensetzenden Seengruppen dieser Art, läßt ihren Zusammenhang mit dem eiszeitlichen Gletscherschutt deutlichst erkennen. Diese Seen sind zwar seicht, reichen aber in den meisten Fällen bis auf den Felsgrund hinab, der wenigstens zum Theil an ihrer Bildung sich betheiligt und in zahllosen Klippen und Inseln über denselben hervorragt (Klippeninseln). Es gibt nicht wenige kleinere Seen, deren Becken ausschließlich von Schutt gebildet sind und besonders Schuttdämme spielen eine große Rolle in der Absonderung kleinerer Seen. Die Gestalt der einzelnen Seen ist zwar außerordentlich verschieden, aber es waltet häufig eine Erstreckung in bestimmter Richtung vor, welche auf weite Entfernungen hin übereinstimmt, und ihre lineare Aneinanderreihung ist oft auffallend. Sie sind in außerordentlich großer Zahl in bestimmten Gegenden vorhanden. Maine hat z. B. 1568 Seen, die 4400 Quadratkilometer bedecken, $^1/_{14}$ des Landes besteht aus Seen, die sämmtlich nicht zu den größten gehören; in Minnesota zählt man beiläufig 10,000 Seen, und in Finnland beziffern sie sich nach Tausenden.

In beiden Fällen herrscht bemerkenswerther Weise große Uebereinstimmung der Seen und der Fjorde, und sie scheinen bestimmten Bodengestalten zu entsprechen. Die seenreichsten Gegenden wie Finnland, skandinavische Halbinsel, Maine, West-Patagonien sind auch immer durch Fjordküsten ausgezeichnet. Auf den nicht sehr hohen Granitplatten von Finnland und Maine finden wir zahllose kleinere in der Regel nicht sehr tiefe Seen, und zugleich sind die Küsten durch kurze, zerfranste Fjordbildungen gekennzeichnet. Norwegen dagegen, das Hochgebirgsland, hat tiefe und lange Seen, welche den ebenso tiefen und langgestreckten Fjords entsprechen. Zugleich ist im höchsten Grade bemerkenswerth, daß die zahllosen Seen Finnlands gruppenweise eine auffallend gleichmäßige Richtung

Digitized by Google

innehalten, die im Allgemeinen nordwestlich und südöstlich, genauer nordnordwestlich und südsüdöstlich geht und also der der Eisschrammen und der Fjords parallel ist. Ihr Felsbett ist geschrammt auch unter dem Wasserspiegel, soweit man dasselbe verfolgen kann. In Maine sind die Seen parallel den Fjords nördlich-südlich und nordwestlich-südöstlich gerichtet. Auf den Shetland-Inseln folgen sie gleichfalls den Einschnitten.

Wir scheinen hier also in diesen Seen zweierlei Gebilde eiszeitlicher Entstehung vor uns zu haben. Seen, welche gleich den Fjords vom Gletschereise im Verein mit den Gletscherbächen ausgehöhlt sind und Seen, welche durch eiszeitlichen Gletscherschutt gestaut sind. Die beiden haben dieselbe geographische Verbreitung, deren Grenze mit der der Moränenlandschaft zusammenfällt, und sehr oft werden sie in der Weise ineinander übergehen, daß zwar der Boden in den Fels gehöhlt ist, die Ränder aber von Schutt gebildet werden. Was aber die Ursachen betrifft, welche aus Fjords Seen entstehen lassen, so kann dieselbe in ursprünglichen Ungleichheiten der Bodenaushöhlung liegen, welche nach Rückzug des Eises einen seewärts gelegenen Abschnitt zur Meeresbucht machen, während der binnenwärts gelegene zum See wird, der durch Einengung oder Bodenanschwellung von jenem anderen getrennt ist und seinerseits selbst wieder in Unterabtheilungen zerfällt werden kann. So sind wohl hauptsächlich die in der verlängerten Axe von Fjorden liegenden Seen Norwegens und Schottlands entstanden. Oder es wird durch einen seitlich sich hereinschiebenden Schuttkegel ein Fjord abgeschnürt, wobei vielleicht eine langsame Hebung mitwirkt. In diesem Falle liegt ein flaches Schwemmland zwischen See und Fjord, und jener sendet sein Wasser in einem dieses Schwemmland durchschneidenden Bach dem Fjord zu. Endlich aber kann auch durch Hebung oder Schwemmbildung die Mündung eines Fjords vom Meere abgeschnitten, ein Meeresarm, in den er mündete, in einen Fluß verwandelt werden. Dieß dürfte bei den oberitalienischen Seen zutreffen, deren Form- und Tiefenverhältnisse so auffallend an Fjorde erinnern und deren Thierwelt sogar fast zweifellos auf einen einstigen Zusammenhang mit dem Meere hindeutet. Der Gardasee hat z. B. zwei

Digitized by Google

Fischarten aus den marinen Geschlechtern Blennius und Gobius und einen Krebs Palämon.

Diese marinen Bestandtheile in der Fauna mancher Binnenseen scheinen einer anderen Erklärung als die Annahme eines alten Zusammenhanges des betreffenden Seebeckens mit dem Meere nicht zugänglich zu sein, zumal die unter den Meeresspiegel hinabreichende Tiefe bei sehr vielen von diesen Seen diesen Schluß so deutlich unterstützt. Thiere, deren nächst verwandte Arten im Meere leben, oder die sogar in derselben Art als Meeresbewohner auftreten, sind in einer großen Zahl von Süßwasserseen nachgewiesen, welche zum Theil weit vom Meere entfernt liegen; so im Wener-, Wetter-, Ladoga-, Onegasee, in den fünf großen nordamerikanischen Seen, im Baikalsee und in vielen anderen. Hauptsächlich sind es einige Krebsthiere (Mysis, Palämon, Pontoporeia) und Fische, welche der Fauna dieser Seen einen Zug verleihen, den man mit einem treffenden Ausdrucke „Relikten-Fauna" genannt hat.

Wenn ein See austrocknet, macht er die Entwicklung zum festen Lande über die Stufe des Sumpfes durch, und wasserreiche Sümpfe gehen wieder unmerklich in Seen über. Die großen Rokitnomoräste im Gebiet der Düna- und Dniepr-Quellen, welche über 1600 Quadratmeilen einnehmen, sind im Frühling eine Kette von seichten Seen, um im Winter und Hochsommer zu undurchdringlichen Sümpfen zu werden; so ist der Poyangsee im Tiefland des Yang-tse in der Regenzeit ein verkehrsreicher See, in der Trockenzeit fast ganz nur Sumpf. Manche Seen entleeren sich für größere Zeiträume wie der Neusiedlersee, dessen Boden nach längerer Reihe trockener Jahre angebaut wird, um dann bei zunehmender Feuchtigkeit auf die Stufe des halbsumpfigen Sees zurückzusinken. Tausende von Quadratmeilen sind in Tiefland-Flußgebieten versumpft und durch diese Versumpfung, welche große Maße annimmt in den Gebieten des Amazonenstromes, Mississippi, Oberen Nils u. a. vollzieht sich mit Hülfe der Ueberschwemmungen und der üppigen Vegetation eine Anschwemmungsbildung von großer Breite, deren sehr ebene Oberfläche an die Wasserfläche, die sie einst war, sehr entschieden erinnert.

Digitized by Google

XXII.

Die Luft- und Dunsthülle der Erde.

Zusammensetzung und Höhe der Atmosphäre. Farbe der Luft. Gewicht derselben. Vertheilung des Luftdrucks. Isobaren. Winde. Drehungsgesetz. Der Kreislauf der Luft. Passat und Antipassat. Monsune. Land- und Seewinde. Thalwind. Föhn. Bora. Wirbelstürme. Tornados und Cyklone. Tägliche, jahreszeitliche und unregelmäßige Schwankungen des Barometers. — Wärmequellen der Erde. Die Wärme und die Luft. Verbreitung der Wärme. Isothermen. Wärmeäquator und Kältepol. Wärmeabnahme mit der Höhe. — Der Wasserdampf der Luft. Absolute und relative Feuchtigkeit. Verbreitung derselben. Thaupunkt. Nebel. Die Wolken und ihre Gestalten. Niederschläge. Ihre Verbreitung. Schnee und Schneegrenze. Thau.

Die Luft ist ein Gemenge von 21 Theilen Sauerstoff und 79 Theilen Stickstoff, welches dieses Zusammensetzungsverhältniß in allen Theilen der Erde beibehält, ebenso in allen Höhen und Tiefen, bis zu denen man vorgedrungen ist. Nur ganz örtliche Abweichungen hat man nachweisen können, und selbst diese sind sehr unbedeutend. Sie enthält immer schwankende Antheile von Wasser in Dampfform, jedoch nicht über 4 Procent, und von Kohlensäure, sehr häufig auch kleine Theile Salpetersäure, Ammoniak, Kohlenoxyd. Gewisse Beimengungen erkennt man nur an ihren Wirkungen. So darf man annehmen, daß die Luft überall Keime von Infusorien enthalte, weil überall in der Luft ausgesetzten Flüssigkeiten solche sich entwickeln; kleine Mengen aufgewirbelten Staubes scheinen ebenfalls allverbreitet und gewisse Krankheitskeime scheinen in diesem so beweglichen Elemente sich über ganze Erdtheile auszubreiten. Aber für unsere Betrachtung hier fallen sie alle nicht ins Gewicht mit einziger Ausnahme des Wasserdampfes. Dieser allein übt einen sehr großen Einfluß auf jene Eigenschaften und Erscheinungen der Luft, welche in geographischer Beziehung wichtig sind. Durch ihn wird die Lufthülle zur Dunsthülle.

Digitized by Google

Sehr wichtig ist die Fähigkeit der Luft, den Wasserdampf in sich aufzunehmen; aber noch folgenreicher die auf ihrer Beweglichkeit beruhende Fähigkeit, ihn von einem Orte zum anderen zu tragen. Diese letztere ist, aus unserem Gesichtspunkte, ihre bedeutsamste Eigenschaft. Auf den beiden zusammen aber ruhen die großen Funktionen, welche der Luft im Haushalt der Natur zugetheilt sind. Sie allein machen den atmosphärischen Kreislauf möglich und damit alle jene Erscheinungen, welche wir als mit dem Vorhandensein von Wassermassen außerhalb des Meeres, mit dem Stehen und Fließen derselben, mit Schnee und Gletschern zusammenhängen sahen. Mit dieser über die festen und ihrer Natur nach trockenen Theile der Erde hin verbreiteten Feuchtigkeit ist aber auch alles organische Leben auf unserem Planeten innigst verknüpft, nicht am wenigsten unser selbsteigenes. Diese Feuchtigkeit würde ohne die Luft, welche sie aus dem Meere emporhebt und hier- oder dorthin trägt, ruhig im Meere bleiben. Die Sage der Alten von dem unbeweglichen, vor Trägheit zu Gallert erstarrten »Mare Cronium« würde wahr und neben einem todten Meere würde ein ebenso todtes Land ruhen: es fehlte jede Verbindung und Vermittlung zwischen den beiden. Diese Verbindung zu schaffen, ist Sache der Luft, denn nur sie ist von allen in Masse an oder in der Erde vorhandenen Stoffen mit jenem geringen Gewicht ausgestattet, welches zu solcher beweglichen Funktion befähigt. Die ganze Atmosphäre mit ihrer Höhe von 10—15 geogr. Meilen wiegt nicht mehr als eine Wassersäule von 10⅓ Meter oder eine Quecksilbersäule von 0,76 Meter. Dafür haben wir gar kein Bild, denn unser Federleicht ist im Vergleich dazu centnerschwer. Aber es ist damit noch nicht geschehen, daß dieser leichte Bote die Feuchtigkeit von Ort zu Ort trägt. Die Ausbreitung der Wärme, die sie an einem Orte aufnimmt, um sie nach einem anderen zu bringen, ist ebenfalls eine Aufgabe von großen Folgen für die Zustände an der Erde und vor allem für ihr organisches Leben. Und endlich ist sie trotz dieser Beweglichkeit doch dicht und zusammenhängend genug, um eine Hülle zu bilden, welche für die Warm- und Feuchthaltung der Erde höchst nothwendig, für das Leben auf derselben geradezu unentbehrlich ist.

Digitized by Google

Was die Farbe der Luft betrifft, so wissen wir zwar, daß sie der durchsichtigste Körper ist, den wir kennen — all unser Wissen vom Himmelsgewölbe und was körperlich und geistig vom Licht der Sonne und der Gestirne abhängt, ist ja nur durch diese Eigenschaft möglich — aber die Bläue des Himmelszeltes lehrt, daß ihre Durchsichtigkeit nicht vollkommen ist. Sie wirft die blauen Strahlen des Lichtes zurück, während sie andere zurückhält und so erhält der Himmel die blaue Farbe statt des Schwarz, das ihm sonst eigen sein würde. Daher ist der Himmel um so tiefer blau, je dünner die Luft, durch die wir ihn sehen. Dieses Blau ist tiefer im Zenith als am Horizont, tiefer nach Regen als vor demselben, tiefer auch in heißen als in kalten Ländern. Wenn die Sonnenstrahlen größere Strecken zu durchlaufen haben als gewöhnlich, wie es beim Auf- und Untergang der Sonne der Fall, so wird ihnen noch mehr Blau entzogen, und der Himmel wird gelb oder roth gefärbt, weil die gelben und rothen Strahlen am leichtesten durchdringen. Uebrigens ist bekanntlich auch das Tageslicht der Sonne gelblicher (der Maler sagt „wärmer") als das unveränderte, daher viel blauere elektrische Licht. Der Wasserdampf, die Wasserbläschen (Nebel) und der nie fehlende Staub der Luft bewirken den größten Theil dieser Lichtbrechungs-Erscheinungen. Auch die ungleiche Erwärmung der Luft bewirkt örtliche Aenderungen ihrer Durchsichtigkeit, denn verschieden warme Luftschichten brechen das Licht verschieden stark. Das nächtliche Funkeln der Sterne und die Verwaschenheit der Umrisse ferner Körper führen hierauf zurück. In dieselbe Klasse der durch Strahlenbrechung entstehenden atmosphärischen Lichterscheinungen gehört die Dämmerung, welche als erleuchteter Bogen Morgens und Abends vor und nach der Sonne am Horizont erscheint. Das Alpenglühen ist nichts anderes als der rothe Widerschein der vom directen Licht der untergehenden Sonne beleuchteten Berge, der herrlich gehoben wird durch das reflectirte blaue Licht der im Schatten liegenden Theile. Der Regenbogen ist verursacht durch Brechung und Rückwerfung der Sonnenstrahlen in den Regentropfen. Er erscheint daher immer auf der der Sonne entgegengesetzten Seite des Himmels. Der Hof um Mond oder Sonne entsteht durch Beugung der Lichtstrahlen beim

Digitized by Google

Durchgang durch die Zwischenräume der Nebelbläschen einer dünnen Wolke. Die großen Ringe um Sonne und Mond, die Nebensonnen u. dgl. sind eine Folge der Lichtbrechung und Rückwerfung durch die Eiskryställchen hochschwebender Wolken.

Das eben erwähnte Gewicht der Luft zu finden, scheint eine ebenso hoffnungslose Aufgabe wie die Bestimmung des Gewichtes der Erde selbst, sie ist aber noch reiner gelöst worden, als diese. Aristoteles allerdings verzweifelte daran, als er die aufgeblasene Blase nicht schwerer fand wie die leere, denn ihm war der archimedische Grundsatz noch nicht bekannt, daß jeder Körper, der in eine Flüssigkeit, sei es Luft oder Wasser, getaucht wird, darin ebenso viel leichter zu werden scheint, als das Gewicht der Flüssigkeitsmasse beträgt, welche er verdrängt. Man kam der Sache näher, als man erkannte, daß das Wasser in den Pumpen durch keine Gewalt der Welt höher als 10,3 Meter gehoben werden kann, und indem Toricelli dieser Thatsache das Experiment mit der Quecksilbersäule gegenüberstellte, welche 13mal so schwer als die des Wassers und daher, wie er voraussah, nur $^1/_{13}$ so hoch zu heben ist, war das Gewicht der Luft thatsächlich entdeckt. Als Florin Périer auf Anweisung seines Schwagers Pascal dazu noch den Kreuzbeweis durch Ersteigung des Puy de Dôme mit der Quecksilbersäule, dem Barometer, in der Hand, fügte, war kein Einspruch möglich: Die Luft ist so schwer wie eine Säule Quecksilber von 760 Millimeter Höhe oder eine Säule Wasser von 10,333 Millimeter. Sie übt dem entsprechend einen Druck von 10,350 Kilogramm auf jeden Quadratmeter Oberfläche. Weil dieser Druck uns von allen Seiten im Gleichgewicht umgibt, empfinden wir nichts davon, aber wenn wir ihn plötzlich vermindern wollen, wird er erst fühlbar und zwar mit Folgen, welche bis zur Lebensgefährlichkeit gehen. Das Andrängen des Blutes nach den äußeren Theilen des Körpers und dadurch erzeugte Blutungen sind oft genug Folgen der plötzlichen Verminderung des Luftdruckes z. B. bei Luftschifffahrten.

Es würde einfach sein, aus diesem bekannten Gewichte der Atmosphäre ihre Höhe abzuleiten, wenn dasselbe überall gleich wäre. Die Atmosphäre wäre 912 Meter hoch. Indem

Digitized by Google

aber dieses Gewicht abnimmt in dem Maße, als man sich erhebt, nehmen gleiche Mengen Luft in demselben Maße größere Räume ein und die äußerste Grenze der Atmosphäre ragt thatsächlich weit über die höchsten Berggipfel hinaus. Die niederste Schätzung (Biot) nimmt 25 Kilometer für ihre Höhe an, aber die Beobachtungen, welche die Höhe der Dämmerung zu Hülfe nehmen, weil bei derselben die Strahlen der unter dem Horizont sich befindenden Sonne sich in den Luftschichten brechen, oder jene von dem Glühendwerden der Meteoriten beim Eintritt in die Atmosphäre hergenommenen, gelangen die ersteren zu 9—12, die anderen zu 40—50 geogr. Meilen. Aber indem sie sich auf Erscheinungen stützen, welche nur stattfinden können bei einem bestimmten Grade von Dichtigkeit der Luft, stehen sie dem Einwurfe offen, daß sie eben nur die Grenze dieser Dichtigkeit angeben. Gegenwärtig scheint man einig zu sein, daß die Atmosphäre noch viel höher ist. Ja, Einige gehen so weit, zu behaupten, daß sie grenzlos in den Weltraum übergehe, welcher von einer unendlich dünnen Atmosphäre erfüllt sei. In diesen Höhen hat indessen die Geographie nichts mehr zu thun, es beginnt hier das Gebiet der Astronomie. Dagegen ist es als Ergänzung dessen, was wir über die polare Abplattung der Erde kennen, von Interesse, hervorzuheben, daß die Atmosphäre zweifellos viel höher am Aequator als an den Polen ist.

Das Gewicht der Luft oder, was dasselbe, der Luftdruck, ist nicht überall und nicht jederzeit derselbe. Wir können es nicht anders erwarten. Indem wir den Betrag desselben an der Quecksilbersäule des Barometers messen, finden wir, daß er um so größer, je höher die Luftschicht, welche auf ihm lastet; wir finden aber auch, daß diese Luftschicht nicht immer gleich schwer ist an demselben Orte. Am Meeresspiegel, auf welchen wir alle Höhen der Erde beziehen, steht das Barometer bei 0° im Mittel bei 760 Millimeter. Erhebt man sich um 10,52 Meter, so sinkt es auf 759, will man es aber nun auf 758 sinken lassen, so hat man sich um mehr zu erheben als beim ersten Millimeter. Und befindet man sich in 2500 Meter Höhe, wo der Luftdruck nur 555 Millimeter beträgt, so braucht es bei 0° einen Anstieg von 14,5 Meter, um das Barometer um 1 Millimeter sinken zu

Digitized by Google

lassen, und von Potosi (4300 Meter) braucht es sogar 16,8. Es spricht sich hierin die Thatsache aus, daß nicht bloß die Dicke der über uns ruhenden Luftschicht geringer wird, indem wir uns in derselben erheben, sondern daß jede höhere Luftschicht auch leichter ist als jede tiefere und zwar einfach weil auf ihr ein geringerer Druck lastet. Die für die Erdkunde so wichtige barometrische Höhenmessung beruht auf diesem, dem sog. Mariotte'schen Gesetz. Lassen wir aber den Einfluß der Höhe außer Betracht, oder führen wir, wie man sich ausdrückt, die Barometerstände auf die Meereshöhe zurück, so finden wir die von der Höhenlage unabhängigen Veränderungen des Luftdruckes, welche theilweise regelmäßig wiederkehrende oder periodische, theilweise unperiodische sind. Eine Regelmäßigkeit läßt zunächst die geographische Verbreitung des Luftdruckes insofern erkennen, als er, die mittlere Höhe des Barometers am Meeresspiegel zu 761 angenommen, in der äquatorialen Region ein Minimum von 758 aufweist, um vom 10. Grad nördlicher und südlicher Breite an zuzunehmen, bis er zwischen dem 30. und 40. sein Maximum von 762—764 Millimeter erreicht; von hier an sinkt er wieder gegen die Pole zu, um in 50° bei etwa 760 anzulangen und nördlich von dieser Linie sogar bis auf 756 herabzugehen.

Indem man nach dem Grundsatze der von A. v. Humboldt zuerst angewandten Isothermen die Orte gleichen Luftdruckes (immer unter Abzug der Wirkung der Höhe) durch Linien verbindet, erhält man *Isobaren*, Linien gleichen Druckes, welche diese bemerkenswerthe Vertheilungsweise des Luftdruckes sehr deutlich erkennen lassen. Und indem man die Zahl von 760 Millimeter als den Ausdruck des mittleren Luftdruckes am Meeresspiegel annimmt, erhält man darunter den zu niedrigen, darüber den zu hohen Luftdruck. Die Isobare von 760 bildet zwischen beiden die Grenze. Verfolgt man sie im Januar, so sieht man sie den nördlichen Stillen Ocean zwischen 70 und 40° n. B. einnehmen und von den nordamerikanischen Polarinseln aus in ca. 48° n. B. den Atlantischen Ocean durchschneiden, um durch Nord- und Nordost-Europa bis Nowaja Semlja zu ziehen. Südlich von dieser Grenz-Isobare herrscht höherer, nördlich davon niederer Luftdruck. Aber zwischen 5 und 10° n. B. zieht eine zweite Iso-

Digitized by Google

bare von 760 im Aequatorialgürtel rings um die Erde. Eine dritte zieht in entsprechender Entfernung südlich vom Aequator hin und südlich von dieser nimmt auf der Südhalbkugel der Luftdruck ab, soweit die Beobachtungen reichen. Vergleicht man den Lauf der Isobaren von 760 im Juli, so sieht man sie Nord- von Mitteleuropa scheiden, durch den Atlantischen Ocean Nordamerika bei etwa 50° erreichen, um es bei 60° zu verlassen, dann in einem großen, in sich selbst zurückgebogenen Bogen den Stillen Ocean erst in gemäßigter, dann in äquatorialer Breite durchziehen und in den letzten den Indischen Ocean und Afrika durchziehen. Nördlich und südlich von dieser Linie müssen die Maxima und Minima des Luftdruckes liegen. Und zwar finden wir die Maxima im Januar über Ostasien (778 Millimeter am Baikalsee) und Nordamerika (770 Millimeter) und über dem südatlantischen und südpacifischen Meer, im Juli aber über dem nordatlantischen (769 Millimeter), nördlichen und südlichen Stillen Meere, die Januar-Minima im nordatlantischen (Island 745 Millimeter) und nordpacifischen Meere (Kamtschatka 752 Millimeter), im Aequatorialgürtel, vorzüglich über Südafrika und Australien, und im südatlantischen Meere (bei 60° bis 740 Millimeter), die Juli-Minima über Innerasien (750 Millimeter), dem Innern Nordamerika's, in der Aequatorialgegend des Stillen Meeres und über dem südatlantischen Meere (740 Millimeter).

Man ersieht hieraus leicht, daß die großen Festlandmassen im Winter hohen, im Sommer niedrigen Luftdruck haben, während über den Meeren eine größere Gleichmäßigkeit herrscht, welche ihren Ausdruck in den vorhin angeführten Regelmäßigkeiten der geographischen Verbreitung desselben findet. Wärmeunterschiede sind die Hauptursache dieser Druckverschiedenheiten.

Indem diese Ungleichheiten im Gewichte der Luft sich auszugleichen streben, rufen sie Bewegungen hervor, welche entsprechend der regelmäßigen Verbreitung jener theilweise in bestimmten geographischen Grenzen sich vollziehen, theilweise ohne auffallende Regelmäßigkeit über die Erde hinströmen. Je größer der Unterschied des Luftdruckes zwischen zwei Orten, um so größer das Bestreben der schwereren Luft, sich nach dem Orte hinzubewegen, wo die leichtere sich befindet. Die

Digitized by Google

Richtung dieses Bestrebens bezeichnen die Wetterkundigen als Gradient. Die so entstehenden Bewegungen der Luft sind die Winde, deren Richtung bestimmt wird durch den Ort des niedrigsten Luftdrucks und deren Stärke sich nach der Größe des Unterschiedes des Luftdruckes bemißt. Die Stärke des Windes drückt sich in seiner Geschwindigkeit aus. Windstille ist vollkommene Ruhe der Luft, Sturm ist heftigste Bewegung; zwischen beiden liegt eine lange Reihe von Abstufungen, von denen z. B. eine Geschwindigkeit von 1 Meter in der Sekunde einen leisen Luftzug, von 7 Meter eine frische Brise, von 15 Meter einen starken Wind, von 27 Meter einen Sturm und von 40—45 Meter den heftigsten Orkan bezeichnet. Was die Richtungen der Winde betrifft, so ist unsere gemäßigte Zone ausgezeichnet durch eine große Mannigfaltigkeit von Windrichtungen, die sich in buntem Wechsel und scheinbar ohne jede Regel einander ablösen. Aber man erkennt doch als die vorwaltenden zwei heraus, die östliche und die westliche, in welche sehr häufig die anderen Winde zurückfallen und welche, wenn sie einmal die Herrschaft erlangt haben, länger zu herrschen pflegen als irgend eine von den anderen, überhaupt auch häufiger auftreten. Bei uns in Deutschland sind von 1000 Tagen 198 durch West, 185 durch Südwest, 119 durch Ost, 113 durch Nordwest, 98 durch Nordost, 97 durch Süd, 87 durch Südost und 84 durch Nord bezeichnet. Die westlichen Richtungen sind überhaupt an 496, die östlichen an 304 Tagen vertreten. Man hat mit Recht gesagt, daß unsere Witterung aus dem Kampf östlicher und westlicher Winde hervorgehe. Dieser Kampf vollzieht sich aber nicht in willkürlicher Weise, sondern läßt bei tieferem Einblick unschwer einen stets wiederkehrenden Verlauf erkennen, der nur durch mancherlei kleine örtliche Abweichungen verhüllt erscheint. Wenn nämlich ein Nordwind weht, so hat er die Neigung, nach einiger Zeit in Ost überzugehen, während der Uebergang in West selten ist. Häufig geht ebenso der Ost in Süd, der Süd in West und der West in Nord über. Folgt man dieser Drehung auf einer Windrose, so sieht man, daß sie in derselben Richtung sich vollzieht wie die des Uhrenzeigers. Eine Drehung der Winde in entgegengesetzter Richtung ist nicht gewöhnlich und tritt nur auf als Folge von

Digitized by Google

Störungen in der Atmosphäre (Stürmen, Gewittern) oder von örtlichen Umständen (Land- und Seewind, Thalwinde). Man bezeichnet das Gesetz dieser Drehung als das Dove'sche Winddrehungsgesetz. Dieser verhüllten Gesetzmäßigkeit liegt ihrerseits zu Grunde ein sehr deutliches gesetzliches Verhalten der Winde in tropischen Regionen, welches bis in unsere hohen Breiten heraufwirkt. Es ist der Kreislauf der Luft, welcher durch regelmäßige Winde sich erzeugt, die zwischen den äquatorialen und polaren Regionen der Erde wehen. In der Nähe des Aequators läuft ein Gürtel um die Erde, im Mittel 10—20° (150—300 Meilen) breit, in welchem die mittlere Jahreswärme über 25° beträgt, und innerhalb der Polarkreise liegt ein Raum, in welchem dieselbe nicht über — 20° sich erhebt. Diese Gegensätze streben nach Ausgleichung und dieselbe vollzieht sich in der Weise, daß die wärmere und leichtere Luft am Aequator sich durch Auflockerung erhebt, und in der Richtung der beiden Pole nord- und südwärts abfließt. In die Lücke, welche dadurch entsteht, fließt an der Erdoberfläche von beiden Seiten kältere, schwerere Luft von den Polen her ein, welche in den äquatorialen Regionen nicht zögert, sich zu erwärmen, zu erheben und in höheren Regionen der Atmosphäre wieder polwärts abzufließen. So haben wir dann also auf jeder Hälfte der Erdkugel einen Kreislauf in der Atmosphäre, welcher der Polgegend entstammende, daher kalte Luft in die tieferen Schichten nach der Gegend des Aequators führt, während ein in entgegengesetzter Richtung fließender Luftstrom wärmere Luft, zuerst in beträchtlicher Höhe und allmählich herabsteigend, der Polgegend zuführt. Die äquatorwärts fließende Luft ist der regelmäßige Wind, den wir Passat nennen, die über ihr polwärts fließende Luft ist der Antipassat.

Ihrem Ursprung nach sind dieß Nord- und Südwinde, und nördlich und südlich bleibt auch im Allgemeinen der Strich der Windrose, aus dem sie wehen. Aber zwei Thatsachen streben darnach, sie von diesen geraden Richtungen abzulenken: die Umdrehung der Erde um sich selbst und die Unregelmäßigkeit in der Vertheilung von Land und Wasser über die Erde.

Die Erde dreht sich in 24 Stunden um sich selbst. Bei

Digitized by Google

dieser Drehung verändern die Pole ihre Lage nicht, während jeder Punkt am Aequator einen Weg von 5400 Meilen macht, d. h. ebenso viel wie der Umfang der Erde beträgt. Während der Pol ruht, macht jeder Ort am Aequator 225 Meilen die Stunde und in unseren Breiten 145—150. Diese verschiedenen Geschwindigkeiten wohnen auch den Lufttheilchen inne, die ja diese Drehung mitmachen, und wenn nun dieselben sich polwärts bewegen und damit in Gegenden geringerer Umdrehungsgeschwindigkeiten kommen, behalten sie ihre Umdrehungsgeschwindigkeit und eilen gleichsam der Erde an diesem Orte voran, wehen über diese langsameren Orte weg. Sie wehten von Süd nach Nord, die Erde dreht sich von West nach Ost; sie wehen nun der Erde voraus, bleiben also nicht rein nach Nord, sondern sind auch etwas nach Ost gerichtet und erscheinen daher als aus Südwest kommend und nach Nordost gerichtet. Dem entsprechend werden sie auf der Südhalbkugel als Nordwest erscheinen. Je weiter polwärts sie gelangen, desto stärker wird ihre Ablenkung und so kann zuletzt aus Süd- oder Nordwinden ein reiner Westwind entstehen. Umgekehrt ergeht es den Winden, die von den Polen zum Aequator wehen. So wie jene die Erde überholen, so bleiben diese hinter ihr zurück. Sie kommen aus Gegenden mit geringer Umdrehungsgeschwindigkeit und gehen nach solchen, wo dieselbe größer ist, bleiben in Folge dessen hinter der Geschwindigkeit der Erde zurück, werden gleichsam von ihr überholt. Statt aus Nord scheinen sie daher aus Nordost, und auf der Südhalbkugel statt aus Süd aus Südost zu wehen und können selbst zu vollständigen Ostwinden werden. Auf unserer Halbkugel wird also aus dem Kreislauf Süd-Nord Südwest-Nordost, und aus der Südhalbkugel aus dem Kreislauf Nord-Süd Nordwest-Südost. Eine verhältnißmäßig unbedeutende Störung erfährt dieses Verhalten durch die sommerliche Verrückung des aufsteigenden Luftstromes auf unserer Halbkugel mit der Sonne nach Norden. Der südliche Passat, der also aus Südost kommt, überschreitet dabei den Aequator und wird jenseits desselben, wo er in Gegenden geringerer Umdrehung eintritt, zu Südwest umgedreht, ganz wie die Theorie es verlangt. Wir erwarten also vom Aequator zum Pol gehend (auf unserer Halbkugel) folgende Windver-

Digitized by Google

hältnisse: Gürtel vorwaltender Windstillen in der Gegend der aufsteigenden Ströme; Passatgürtel mit Nordostwinden; Gürtel des herabsteigenden Antipassats mit Südwestwinden (und Windstillen); Region der sich durchkreuzenden Nordost- und Südwestwinde.

Indessen werden die beiden Strömungen, Passat und Antipassat, in vielfältigster Weise durch die Jahreszeiten und die Ungleichheit der Vertheilung von Meer und Land beeinflußt. Der Nordost-Passat des Atlantischen Oceans wird z. B. im Sommer von Nordafrika so sehr aufgesogen, daß er auf dem Meere schwächer erscheint, während er dagegen im Winter nach Amerika abgelenkt und daher stärker auf dem Meere entwickelt wird. Im Sommer rückt der Kalmengürtel mit der Sonne soweit nach Norden, daß die Südgrenze des Nordostpassats zum 11. Breitegrad zurückgeht, im Winter dagegen läßt er diesen kaum bis zum 4. Breitegrad wieder vorrücken. Bei diesem Zurückdrängen und Vorrücken spielt übrigens der Küstenumriß des Atlantischen Oceans eine große Rolle, indem er dem Südostpassat das Vordringen nach Norden erlaubt, während er den Nordostpassat einengt.

Am eigenthümlichsten umgestaltet erscheinen die Ströme des atmosphärischen Kreislaufes in den Monsunen, deren klassisches Feld der Indische Ocean. Im Winter und Frühling herrscht hier von Sumatra bis Zanzibar der Nordostpassat, welcher beim Zurückweichen des der Südhalbkugel angehörigen Südostpassats über den Aequator hinausdringt und dadurch zu Nord und Nordwest abgelenkt wird. Aber mit dem Nahen des Sommers dringt umgekehrt der Südostpassat ebenso weit über den Aequator hinaus und wird zu Süd und Südwest abgelenkt. Dieses sind im Kern die beiden Monsune, wie schon Aristoteles sie aus den Nachrichten der Begleiter Alexanders kannte. Aber die Vertheilung von Land und Meer, welche schon im Großen diese Winde so stark beeinflußt, bedingt auch noch manche Besonderheiten derselben im Einzelnen. Die hervorragendste ist das tiefe Vordringen des Südost-Monsuns in das asiatische Festland, welches durch dessen starke Erwärmung hervorgerufen wird. Die Perioden des Monsunwechsels sind in den meisten Gegenden höchst charakteristisch. Jansen beschreibt sie folgendermaßen von Java:

Digitized by Google

Nachdem im Februar der Nordostmonsun noch heftig geweht, unterbrechen ihn im März Windstillen und Stürme, worauf die beginnenden Südost-Winde den Himmel mit Wolken bedecken, die Gewitter bei Tag und Nacht häufig sind und Tromben zu den gewöhnlichen Erscheinungen gehören. Zeitweise kehrt der Wind nach Nord um, wobei der Himmel sich aufklärt, aber sehr bald kehren Wolken, Regen und Stürme wieder. Im April hören die Regen auf und von Mai an weht der Südost beständig. Aehnlich, wenn auch weniger dauernd und heftig ist der Uebergang vom Südost zum Nordost, doch ist der ganze Oktober und ein Theil des Novembers durch denselben eine Zeit der Gewitter, Hagelstürme u. dgl.

Als Monsune im Kleinen können die Etesien des Mittelmeeres, die Jahreswinde gelten, welche ebenfalls eine örtliche Aenderung des Luftkreislaufes darstellen, bedingt durch die sommerliche Anziehung der heißen Sahara. Es strömt Luft von West und Ost und seltener von Nord die Sommermonate hindurch auf Nordafrika zu. In der kühlen Jahreszeit läßt diese Wirkung der Sahara nach und das Mittelmeer tritt wieder unter die Herrschaft der Aequatorialströmungen. Das südliche Nordamerika hat im Sommer häufig ähnliche regelmäßige Winde, welche von der Steppenregion angezogen landeinwärts wehen.

In noch kleinerem Maßstabe treten regelmäßige Winde oder besser Brisen überall auf, wo scharfe und dauernde Gegensätze der Erwärmung herrschen. So wechselt an den Küsten See- und Landwind bei sonst ruhiger Luft ganz regelmäßig, und wird noch unterstützt durch die Neigung der Ufer. Jener beginnt zu wehen, wenn das Land sich erwärmt, dieser wenn es erkaltet. So weht der Thalwind bald zu Thal, bald zu Berg: dorthin des Abends, wenn die Erwärmung der Ebenen am weitesten gediehen, hierher am Tage, wenn die Abhänge voll in der Sonne stehen. Eine andere Art von Regelmäßigkeit lassen in verschiedensten Theilen der Erde Winde erkennen, welche über ein Gebirge hinüberwehen. Es gehört zu ihnen der vielbesprochene Föhn der Alpen, welcher sein auffallend ähnliches Gegenstück nicht nur in den siebenbürgischen Karpathen, sondern sogar in Neuseeland und Grönland findet. In den Alpen, wo man ihn wegen seines

Digitized by Google

heftigen Stürmens und seiner Wärme sehr wohl von andern Winden unterscheidet, erscheint er als heftiger Südwind, der seine ganz bestimmten Bahnen über gewisse Pässe und durch bestimmte Thäler hat, auf denen er von Süden her über die Alpen steigt, um in das Vorland der Alpen hineinzuwehen, wo man ihn bis zum Bodensee hin kennt. Er kommt unter starker Verminderung des Luftdruckes als trockener, warmer Wind den Nordabhang der Alpen herab und wurde wegen seiner Wärme und Trockenheit lange als ein aus der Sahara stammender Luftstrom betrachtet. Wenn man ihn aber nach Süden verfolgt, so findet man, vorangehend oder gleichzeitig dem Wehen dieses eigenthümlichen Windes am Nordabhang, dort einen ebenfalls aus Süden kommenden, aber feuchten und nicht ebenso warmen Wind, welcher starke Niederschläge am Südabhang fallen läßt, und man überzeugt sich bald, daß hier ein und derselbe Luftstrom vorliegt, welcher beim Uebersteigen des Gebirges Veränderungen erfährt. Die Theorie kommt der Erfahrung zu Hülfe. Sie lehrt, daß ein feuchter Wind, der an einem Gebirge hinaufweht, durch Berührung mit der in der Höhe kälteren Erde und durch Ausdehnung mit abnehmendem Druck erkaltet und seine Feuchtigkeit großentheils niederschlägt, während er dann im Gegensatz hierzu beim Hinabsteigen nicht bloß in wärmere Regionen kommt, sondern durch Verdichtung sich selbst erwärmt und außerdem noch die durch die Verdichtung des Wasserdampfes freigewordene Wärme erhält und warm und trocken in die Thäler des jenseitigen Abhanges hinabstürzt. Nothwendig scheint aber zur Erklärung des Hinabsteigens die Annahme einer Luftverdünnung in den jenseitigen Thälern, für welche übrigens in der über sie hinwehenden Südströmung, welche aspirirend auf die Thalluft wirkt, ein hinreichender Grund vorliegt.

Dem Föhn entgegengesetzt ist der ebenfalls an bestimmte Gebirgsgegenden gebundene Nordwind, welcher in der Provence Mistral und im adriatischen Meere Bora genannt wird. Er entsteht durch Stauung nördlicher Luftströme an und in den Alpen und durch deren Hervorgepreßtwerden durch die wenigen dem Durchgang geöffneten Stellen.

Föhn und Bora sind schon Stürme zu nennen und besonders die letztere steht an Kraft oft nicht hinter den heftig-

Digitized by Google

sten Tropenstürmen zurück. Aber gleich allen anderen Luftströmungen oder Winden, die wir bis jetzt betrachtet, verfolgen sie geradlinige Wege, und außer dieser gemeinsamen Eigenschaft vereinigt sie alle die weitere Gemeinsamkeit ihrer Zugehörigkeit zu dem großen System des Kreislaufes der Luft, der in dem Streben nach einem nie zu erreichenden Gleichgewicht wie ein Pulsiren unaufhörlich dieselbe bewegt. Im Gegensatz zu diesen sind die meisten Stürme wirbelnde Bewegungen der Luft und gehören keinem System an, wenn sie auch weit entfernt sind von der Gesetzlosigkeit, welche eine populäre Anschauung aus ihrem scheinbar willkürlichen Auftreten und Verlauf zu folgern geneigt ist. Man beobachtet Wirbelbewegungen der Luft häufig in Gestalt von Sandhosen und Wasserhosen, welche wirbelnd durch aufsteigende Luft aufgeweht werden. Ueber stark erhitzten Stein- oder Sandflächen, besonders über Sandwüsten sind solche Erscheinungen ganz gewöhnlich und gehören z. B. in der südcalifornischen Wüste zu den gewohnten Bestandtheilen des Landschaftsbildes. Sie treten dort oft gleich schaarenweis auf. Das einfache Aufsteigen, welches immer sogleich ein seitliches Beiströmen der Luft in centraler Richtung hervorruft, wird durch die leiseste Unebenheit des Bodens und ungleiche Erwärmung zum Wirbel, den dann die central zuströmende Luft noch verstärkt. Derartige Wirbel in großem Maßstabe sind die Tornados Amerikas und des indischen Oceans, welche an ihrem Fuße bis gegen 1 Kilometer breit sind, nach oben sich trichterförmig erweitern und Wege von 1200 Kilometer Länge mit ihren Verheerungen bezeichnen. Sie sind nicht nothwendig drehend, aber stets findet eine saugende Bewegung nach oben statt. Gewitter und Hagelfall begleiten sie. In viel gewaltigerem Maße verheerend treten die Wirbelstürme auf, welche den Namen Cyclonen erhalten haben, oder auch mit dem chinesischen Worte Teifun bezeichnet werden. Sie kommen in allen tropischen Meeren vor und gehen von ihnen auf die Inseln und Küsten über. Ganz wie bei den einfachen Wirbelstürmen bewegt sich die Luft spiralig rasch um einen Mittelpunkt, in welchem Aufsteigen der Luft, daher Windstille und niederster Barometerstand herrschen, während die Heftigkeit des Sturmes von außen nach innen zunimmt. Die kreisende

Digitized by Google

Bewegung findet im entgegengesetzten Sinne statt wie die eines Uhrzeigers, also auf der Nordhalbkugel von Nord über West, Süd, Ost. Ueber der Cyclone lagert eine schwarzgelbe Wolkenschicht, der Blitze, Donner und gewaltige Regengüsse entströmen. Das Fortschreiten des Sturmcentrums geht mit sehr verschiedener Geschwindigkeit vor sich, durchschnittlich langsamer in niederen Breiten (25—35 Kilom. in der Stunde) als in höheren (bis zu 80 Kilometer). Im Fortschreiten erweitert sich der Wirbel. Die Richtung seiner Bahn ist verschieden: im Atlantischen Meere gehen die Cyclonen von Westindien aus erst nordwestlich, um nördlich von der Passatzone scharf nach Nordosten umzubiegen. In Folge dessen erhalten wir in Europa dieselben fast stets aus Westen und alle unsere heftigsten Stürme scheinen als Wirbelstürme betrachtet werden zu dürfen, wenn sie auch im Vergleich zu den tropischen oder subtropischen Cyclonen nur noch in abgeschwächter Form erscheinen. Die erste Ursache der Cyclonen ist dieselbe wie die eines kleinen Wirbelwindes: Ein Aufsteigen der Luft unter allseitigem Zuströmen von außen. Dieses Zuströmen wird durch die Rotation der Erde zur Wirbelbewegung, weil jede von irgend welcher Richtung herströmende Luftmasse abgelenkt wird und zwar auf unserer Halbkugel nach rechts. So erklärt sich auch das Fehlen der Wirbelstürme in den eigentlichen Aequatorialgegenden, wo diese Ablenkung nur gering, während ihr häufigstes und heftigstes Erscheinen in den tropischen und subtropischen Regionen auf die Leichtigkeit zurückführt, mit welcher dort auf weitem Gebiete große Störungen im Gleichgewicht der Luft unter Aufsteigen der warmen dampfreichen Massen eintreten können.

Die Wirkungen dieser stürmischen Bewegungen der Luft zu beschreiben, würde Bogen erfordern, denn sie sind ebenso mannigfaltig als ihre Richtung und Stärke wechselnd und die Gegenstände, auf die sie treffen, selbst verschieden sind. Es genügt hervorzuheben, daß sie zu den stärksten Luftbewegungen gehören, die man kennt, daß sie auf einen und denselben Punkt in wenigen Augenblicken von den verschiedensten Seiten eindringen, daß stärkste Gewitter sie fast stets begleiten und daß ihre Gefahr auf der See erhöht wird durch das Hineintreiben in immer heftigere Wirbel, welches

Digitized by Google

den einmal von einem solchen Sturm erfaßten Schiffen droht.

Die tägliche Schwankung des Luftdruckes entspricht den Wärmeschwankungen. Thermometer und Barometer gehen im Allgemeinen parallel. Sie ist am größten und regelmäßigsten in den äquatorialen, am kleinsten und unregelmäßigsten in den Polarregionen. Dort ist sie so regelmäßig, daß man ernstlich vorschlagen konnte, das Barometer als Uhr zu benützen, hier ist es im Ganzen dieselbe Aufeinanderfolge von Schwankungen, nur weniger ausgesprochen. Die Quecksilbersäule sinkt langsam von 10 Uhr Morgens bis 3—5 Uhr Abends, steigt dann bis 9—11 Uhr Abends, sinkt wieder bis 4 Uhr Morgens, um neuerdings wieder bis Morgens 10 Uhr zu steigen. Also 2 Maxima und 2 Minima im Tage. Die erste Ursache dieser Schwankungen ist die Erwärmung des Bodens durch die Sonnenstrahlen; dieselben kommen aber am deutlichsten zur Erscheinung da wo aufsteigende Luftströme sich leicht bilden können, wo in Folge dessen ein starker Unterschied zwischen dem Klima des Tages und der Nacht stattfindet, wo die starke Ausstrahlung gegen den Nachthimmel sich in bedeutender Thaubildung ausprägt. Die Aufnahme von Wasserdampf in die Luft, ihre Erwärmung und ihr Aufsteigen werden durch Sinken, die Abkühlung, die Bildung von Niederschlägen, das Herabsinken durch Steigen des Barometers bezeichnet. Der größte Betrag dieser Schwankungen kann in den Tropen 4 Millimeter betragen, überschreitet aber bei uns nicht 1 Millimeter.

Die jahreszeitlichen Schwankungen lassen bei uns eine Zunahme des Luftdrucks in der kalten und eine Abnahme in der warmen Zeit des Jahres erkennen. In den tropischen Regionen spricht sich in ihnen die Abnahme des Luftdrucks in der feuchten und seine Zunahme in der trockenen Jahreszeit aus. In den Gegenden mit regelmäßigem Windsystem sind diese Schwankungen verhältnißmäßig gering. Sie erreichen ihre größte Stärke in den Monsunregionen, wo Benares und Calcutta 16 Millimeter Unterschied aufweisen, betragen in Mitteleuropa 3—5 Millimeter und in Guadeloupe (Passatregion) 3 Millimeter.

Während die beiden eben betrachteten Klassen regel-

Digitized by Google

mäßiger Schwankungen des Luftdrucks ihre größte Entwicklung in den warmen und ihre geringste in den kalten Theilen der Erde finden, sind die letzteren der Sitz der stärksten nichtperiodischen oder unregelmäßigen Schwankungen. Schwankungen der Quecksilbersäule von 25—30 Millimeter kommen bei großen Stürmen in allen Zonen vor, sie sind aber überall selten. Kleinere unperiodische Schwankungen dagegen, welche vorwiegend von unregelmäßigen Aenderungen der Wärme, Feuchtigkeit oder Windrichtung abhängen, sind dort gering, während sie sich in Mitteleuropa bis zu 6 Millimeter erheben. Ganz allgemein fällt das Barometer bei Südwinden, um bei Nordwinden zu steigen, und das Umgekehrte ist auf der Südhalbkugel Regel. Das Fallen findet also bei äquatorialen, das Steigen bei polaren Winden statt. In der Regel fallen bei uns die höchsten Barometerstände mit Nordostwinden zusammen, aber auch Ost und Südost sind in manchen Gegenden durch sehr hohe Barometerstände ausgezeichnet. Die tiefsten Stände treffen mit Süd- und Südwestwinden zusammen, während vom reinen West an in der Regel wieder das Steigen beginnt. Diese Schwankungen, deren Unterschied innerhalb eines Monates von 2,7 Millimeter in Batavia bis 20 in St. Petersburg und 24,4 in Nain (Labrador) ansteigt, sind unter gleicher geographischer Breite geringer im Innern der Länder als an den Küsten und zeigen sich am stärksten in den tieferen Schichten der Atmosphäre, während sie nach den höheren zu geringer werden.

In den Bewegungen der Luft, welche wir hier betrachten, war oft schon auf die Wärme hinzuweisen, welche sie von der Sonne empfängt. Die Sonne ist hier allein zu nennen. Der Erde fließt zwar Wärme aus Millionen von Quellen zu, denn jeder Fixstern ist eine Sonne und damit eine Wärmequelle und man hat berechnet, daß wenn die Wärme des Weltraumes 140° unter dem Gefrierpunkte betrage, die der Erdoberfläche, losgelöst von jeder Einwirkung der Sonne, nur 89° aufweisen würde. Der Unterschied von 51° wäre die Folge der Wärmestrahlung der Fixsterne. Außerdem hat die Erde noch eine Wärmequelle in sich selbst in Gestalt des heißen Erdinnern und diese Quelle, wie wir gesehen haben, ist noch immer nicht ganz versiegt, wenn auch eine sehr harte

Digitized by Google

Hülle sie fast überall bedeckt. Aber diese Wärmequellen sind für die Wärme an unserer Erdoberfläche unbedeutend im Vergleich zu der Sonne, die allein warm und nahe genug ist, um unsern Planeten vor dem Schicksal der Erstarrung zu bewahren, die weder Erdinneres noch Fixsterne abzuwenden vermöchten.

Die Wärme, welche die Sonne uns sendet, ist so stark, daß sie, wenn gleichförmig über die Erde hin vertheilt, jährlich eine Eisschicht von 31 Meter Dicke zu schmelzen im Stande sein würde. Sie kommt der Wärme gleich, welche eine gleichmäßig über die Erde ausgebreitete Schicht Kohle von 250 Millimeter Dicke bei der Verbrennung ergeben würde. Allerdings würde diese Wärme, die ja nur ein unendlich kleiner Theil der nach allen Seiten hin von der Sonne ausstrahlenden sein kann, bei der gewaltigen Kälte des Weltraumes nicht genügen, die großartigen Wirkungen an der Erdoberfläche zu erzeugen, unter welchen wir leben und zu denen wir selber gehören, ohne den Schutz, welche uns unsere Lufthülle bietet.

Diese Wirkung der Lufthülle ist eine mehrseitige. Sie beeinflußt zusammen mit der Lage der Erde zur Sonne am allermeisten die Vertheilung der Wärme auf der Erdoberfläche. Sie vermindert dieselbe auf der einen, um sie auf der anderen zu vergrößern und glücklicherweise ist jene Wirkung größer als diese.

Wir empfangen um so mehr Wärme von der Sonne je höher sie über dem Horizont und um so weniger je tiefer sie an demselben steht. In dem ersteren Fall kommen die Strahlen weniger schief als in dem zweiten, bedecken also mit derselben Wärme einen kleineren Raum, der in Folge dessen mehr davon erhält; zugleich machen sie auch einen kürzeren Weg durch unsere Lufthülle und geben weniger Wärme an dieselbe ab. Man schätzt, daß ein senkrecht auffallender Sonnenstrahl $^2/_{10}$ seiner Wärme einbüßt, indem er die Luft durchwandert, daß aber im Mittel durch die längeren Wege zwischen der oberen Grenze der Atmosphäre und dem Erdboden $^1/_2$—$^3/_5$ derselben verloren gehen.

Nimmt so die Lufthülle einen Theil der Wärme weg, welcher uns bestimmt ist, so hindert sie dagegen in viel größe-

Digitized by Google

rem Maße die Wiederausstrahlung derjenigen Wärme, welche bis zu uns herabgelangt ist. In Berührung kommend mit der Erdoberfläche und ihrer Feuchtigkeit verliert sie die Fähigkeit der raschen Durchstrahlung der Luft, die sie besaß, als sie von der Sonne kam. Sie verhält sich ungefähr zu dieser wie die feuchte Hitze eines Treibhauses zu der trockenen eines freien Feldes und die Atmosphäre ist es, welche die Glashülle des Treibhauses darstellt. Indem sie die rasche Wiederausstrahlung hindert, schafft sie einen Wärmevorrath, welchem in den mannigfaltigsten Beziehungen eine große Rolle im Haushalt der Natur zugewiesen ist.

Die Verbreitung der Wärme an der Erdoberfläche läßt, wie vorauszusehen, eine allmähliche Abnahme erkennen von den äquatorialen nach den polaren Theilen. Dort fallen sie ganz senkrecht oder in einem kleinen Winkel ein, hier kommen sie hingegen niemals senkrecht und immer in einem größeren Winkel, der mit der geographischen Breite zunimmt, bis bei $66\frac{1}{2}^0$ die Polarregionen beginnen, in denen die Sonne tagelang an oder selbst unter dem Horizont verweilt. Dort machen die Sonnenstrahlen die denkbar kürzesten, hier die denkbar längsten Wege. Indessen kommt die Regelmäßigkeit der dadurch bedingten Wärmeabnahme vom Aequator nach den Polen wegen zahlreicher Hindernisse nie voll zur Erscheinung. Sie ist im Allgemeinen nicht zu verkennen, aber sie erfährt sehr ausgedehnte und tiefgehende Ausnahmen, und zwar sind diejenigen Thatsachen, welche in dieser Richtung am wirksamsten sind: Höhenlage, ungleiche Vertheilung von Wasser und Land, Luft- und Meeresströmungen, Verdunstung und Verdichtung des Wassers.

Indem man die Wärmemenge berechnet, welche verschiedene Theile der Erde erhalten müßten, wenn nur die Gestalt und Lage der Erde in Betracht gezogen würden, erhält man eine zu große Zahl für die äquatorialen und eine zu geringe für die polaren Theile. Die Abweichung vom Thatbestand zeigt die Größe der störenden Wirkungen an.

Ueberblickt man eine Karte, auf welcher nach dem zuerst von A. von Humboldt (1817) gemachten Vorschlage die Orte gleicher Jahreswärme durch Linien (Isothermen) mit einander verbunden sind, so findet man, daß diese Linien keines-

Digitized by Google

wegs einen geraden, mit den Breitekreisen parallelen Verlauf haben, sondern daß sie unregelmäßige Schlangenlinien mit zum Theil starken Einsenkungen und Aufwölbungen darstellen. Auch fällt sofort ins Auge, daß sie in den wärmeren Theilen der Erde polwärts ansteigen, wo größere Landmassen liegen,

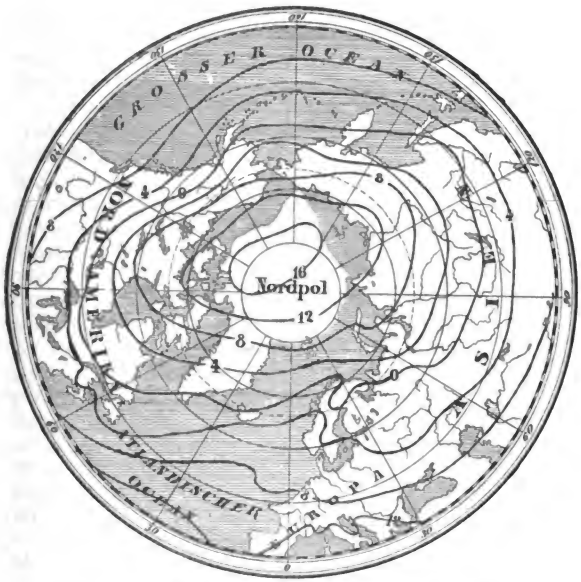

Fig. 26. Jahres-Isothermen (in Réaumur-Graden).

dagegen herabsinken in den Meeren, und daß ihr Verhalten in den kälteren Theilen der Erde ein gerade entgegengesetztes ist. Ins Einzelne gehend, findet man, daß in der Nähe des Aequators, im Allgemeinen nördlich von demselben liegend, eine Zone größter Wärme sich hinzieht, welche eingeschlossen wird von zwei nördlich und südlich vom Aequator verlaufen-

Digitized by Google

den Linien, welche die Orte von 25° mittlerer Jahreswärme verbindet. Entgegengesetzt findet man in den nördlichen Polargegenden Linien, welche Orte von —15° verbinden und innerhalb dieser sogar eine Isotherme von —20°. Für die von der letzteren umschlossenen Räume, welche die im Jahresdurchschnitt kältesten Theile der Erde umschließt, hat man entsprechend dem „Wärme-Aequator" den Namen „Kältepol" vorgeschlagen. Für die zwischen diesen beiden Extremen liegenden Theile der Erde zeigt sich ein Herabsinken der Isothermen in den Festland- und ein Ansteigen in den Meeresräumen, welches zunimmt mit dem Fortschreiten gegen die Pole. Dieses Herabsinken ist besonders auffallend in Nordasien und Nordamerika, und wird noch hervorgehoben durch ein auffallendes Ansteigen der Isothermen nach den Westküsten dieser Kontinente zu. Es sprechen sich darin zwei für die Wärmeverbreitung sehr wichtige Thatsachen aus, nämlich 1) die durchschnittlich größere Kälte der großen Landmassen im Gegensatz zum wärmeren Meer, und 2) die größere Wärme der Westseite der Landmassen auf der Nordhalbkugel.

Das Bild, welches eine Karte bietet, die nur die Wärmeverbreitung im Sommer darstellt, ist sehr verschieden von diesem und zwar liegt die Verschiedenheit hauptsächlich in dem entgegengesetzten Verhalten der Wärme des Landes und des Meeres in der Nordhalbkugel. Hier sehen wir nämlich die Isothermen überall in den Ländern ansteigen, um im Meere herabzusinken. Es ist also jetzt das Land wärmer als das Meer. Auf der Südhalbkugel, welche zu dieser Zeit Winter hat, muß man das Gegentheil erwarten, aber nur in Südafrika und im südlichen Südamerika macht es sich geltend, während im Ganzen die Isothermen des südhemisphärischen Sommers ungemein gleichmäßig verlaufen. Dagegen sind die Isothermen unserer Wintermonate auf der Südhalbkugel durch ein sehr deutliches Ansteigen am Lande und Sinken am Meer bezeichnet, während sie auf der Nordhalbkugel das schon bei den Jahres-Isothermen hervortretende Sinken derselben am Lande unter starker Erhebung über dem Meere noch deutlicher erkennen lassen. Wir dürfen daraus den allgemeinen Schluß ziehen, daß das Land im Sommer sich mehr erwärmt und im Winter rascher erkaltet als das Meer,

Digitized by Google

welches das entgegengesetzte Verhalten zeigt. Man hat im Wüstensand Temperaturen gemessen, die dem Siedpunkt nahe liegen, aber größere Wassermassen werden von der Sonne nicht über 30° erwärmt. Sommer und Winter sind in der That am Lande durch Extreme von Wärme und Kälte ge-

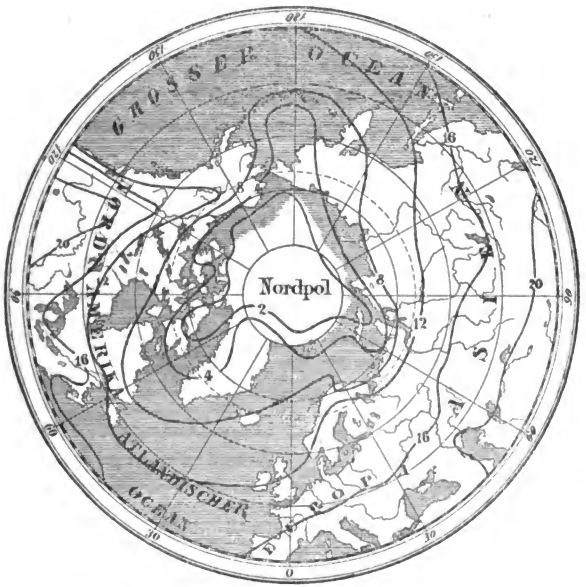

Fig. 27. Isothermen des Juli (in Réaumur-Graden).

schieden, welche eine tiefe Kluft zwischen sich lassen, während von solchem tiefgehenden Unterschiede nirgends auf dem Meere eine Spur sich zeigt. Auch scheinen die Meeresströmungen eine mildernde Wirkung auf die Wärme- und Kälte-Gegensätze zu üben, welche zum Theil auch darum auf der wasserreichen Südhalbkugel nie zu der Schärfe anwachsen wie auf der

Digitized by Google

landreichen Nordhalbkugel. In der That ist es vorzüglich dieser Gegensatz, auf den die starken Unterschiede der Festland- und Seeklimate sich gründen. Derselbe beeinflußt nächst der Stellung der Erde zur Sonne die Wärmevertheilung auf unserem Planeten mehr als jede andere Thatsache, welcher in dieser Beziehung Einfluß zukommt.

Neben der geographischen Vertheilung der Wärme ist ihre Vertheilung über das Jahr merkwürdig. Die mittleren Monatstemperaturen entfernen sich am Aequator am wenigsten weit von einander, um gegen die Pole hin immer mehr anzuwachsen. Es sind also die Jahreszeiten am Aequator durch Wärmeunterschiede fast nicht von einander gesondert und thatsächlich unterscheiden denn auch die Bewohner dieser Regionen nur Trocken- und Regenzeit als Jahreszeiten. Noch in 20° n. B. schwanken die mittleren Monatstemperaturen zwischen dem kältesten Monat (Januar) und dem wärmsten (Juli) nur um 7°. Die Ursache dieser Gleichmäßigkeit liegt darin, daß die Sonne sich hier im Ganzen nie sehr weit vom Zenithstand entfernt, daß die Dauer der Tage eine sehr gleichmäßige und daß die große Feuchtigkeit wärmeerhaltend auf die Erde wirkt. Aber in 30° n. B. sinkt im Januar die Mittelwärme schon auf 15, um im August auf 27 zu steigen. In Paris beträgt der Unterschied schon 17, in Moskau 30 und in Boothia Felix 40. Aber auch hier übt der Unterschied zwischen der raschen Erwärmung und Erkaltung des Landes und der langsamen des Meeres wieder seine Wirkung. Hawaii und Calcutta, ungefähr unter derselben Breite gelegen, zeigen, jenes 5, dieses 12° Unterschied der Monatstemperaturen. So zeigt Leith in Schottland 10, Berlin 22° Unterschied. Man kann also sagen: Die Unterschiede der mittleren Monatstemperaturen (und damit der Jahreszeiten) nehmen ab vom Aequator zu den Polen und sind geringer im See- als im Festlandklima. In unseren Breiten tritt das Maximum Mitte Juli, das Minimum Mitte Januar ein, d. h. zu der Zeit, wo der Wärmeverlust nicht mehr aufgewogen wird von der Wärmezufuhr. Der Unterschied zwischen den mittleren Monatstemperaturen der äquatorialen und polaren Regionen erreicht auf der Nordhalbkugel im Winter nahezu 70°!

Digitized by Google

Die täglichen Schwankungen zeigen überall, wo ihre Beobachtung über einen längeren Zeitraum hin ausgedehnt worden ist, ein Maximum und Minimum der Wärme, von denen jenes gegen 2 Uhr Nachmittags, im Sommer etwas später, im Winter etwas früher, dieses ungefähr 1½ Stunden nach Sonnenaufgang eintritt. Der Verspätung gegenüber dem Stand der Sonne liegt dieselbe Ursache zu Grunde, welche wir soeben in der Verspätung der Monatsmaxima und -Minima wirksam sahen: Die langsame Abgabe der einmal aufgenommenen Wärme durch Ausstrahlung und der entsprechend langsame Ersatz dieses Verlustes. Hinsichtlich der geographischen Verbreitung der täglichen Schwankungen ist die bemerkenswertheste Regel, daß dieselben im Gegensatz zu den monatlichen vom Aequator nach den Polen abnehmen, so daß der Unterschied in der Wärme des Tages und der Nacht in den äquatorialen Regionen ebenso groß, wie der in der Wärme der Jahreszeiten gering ist. Man hat nicht mit Unrecht gesagt: Die Nacht ist der Winter der Tropen.

Die Abnahme der Wärme mit der Höhe. Die Wärme der Luft ist, wie wir gesehen haben, die reflektirte Wärme der Erde. Je weiter man sich von der Erde entfernt, um so kälter ist die Luft. Hierzu trägt bei die leichtere Wärmedurchlassung der trockenen und dünnen Luft, vor allem aber die Ausdehnung der Luftschichte mit der Höhe, welche nur unter Aufwand von Wärme möglich. Bei einer Erhebung um 100 Meter kann der Wärmeverlust sich auf 1° steigern. Die wirklich beobachteten Abnahmen der Wärme mit der Höhe gehen ziemlich weit auseinander. In Südamerika fand A. von Humboldt eine Erniedrigung des Thermometers um 1° bei 191 Meter Anstieg im Gebirge, aber erst bei 243 Meter Anstieg auf den Plateaux. Als Gay-Lussac 1804 seine berühmte Ballonreise machte, fand er zuerst 1° Abnahme bei 190, später bei 146 Meter Steigung. De Saussure fand eine langsamere Abnahme des Morgens um Sonnenaufgang als des Abends vor Sonnenuntergang. Ebenso beträgt die Höhenstufe für 1° zwischen Genf und dem Großen S. Bernhard 270 Meter im Januar und 176 im Juni. Uebrigens ist diese Wärmeabnahme auch nicht gleichmäßig an einem und demselben Orte, und zur selben

Digitized by Google

Zeit, weil wärmere und kältere Luftschichten, deren Unterschied bis 10° ansteigen kann, in verschiedenen Höhen miteinander wechseln können.

Der Dampfgehalt der Luft, indem er in erster Linie abhängig ist von der Wärme derselben, scheint an einem und demselben Orte des Nachts geringer sein zu müssen als am Tage und in den kälteren Jahreszeiten geringer als in den warmen. Er zeigt indessen Schwankungen, welche diese Voraussetzung nicht ganz erfüllen. Im mittleren Deutschland hat er im Sommer 2 Minima um 3 Uhr Morgens und 4 Uhr Nachmittags und 2 Maxima um 9 Uhr des Morgens und um 8—9 Uhr Abends. Im Winter sind die Schwankungen geringer und prägen sich mit Ausnahme eines Mittags-Maximums wenig aus. Das sommerliche Nachmittags-Minimum erklärt sich durch die aufsteigenden Luftströme, welche die Feuchtigkeit mit sich führen, und fehlt deßhalb eben sowohl in den Höhen, nach welchen diese Ströme sich begeben, als auch am Meeresufer, nach welchem mit zunehmender Erwärmung immer mehr Feuchtigkeit hinströmt. Die relative Feuchtigkeit der Luft, d. h. ihre Feuchtigkeitsmenge bezogen auf die Menge, mit der sie bei derselben Temperatur ihre Sättigung erreichen würde, zeigt im Allgemeinen ein einfacheres Verhalten, indem sie in der Regel in umgekehrtem Sinne schwankt wie die Temperatur, d. h. Luft von demselben Feuchtigkeitsgehalt ist verhältnißmäßig trockener, wenn sie warm, und verhältnißmäßig feuchter, wenn sie kalt wird. Im ersteren Falle könnte sie mehr, im letzteren weniger aufnehmen als sie vorher besaß. Auch hier verhalten sich indessen Höhenlagen anders, weil zur Zeit des Wärmemaximums die meiste dampfhaltige Luft zu ihnen aufsteigt und dadurch das Feuchtigkeits-Maximum mit demselben zusammenfällt. Im Allgemeinen nimmt der absolute Dampfgehalt der Luft mit der Höhe ab.

Betrachtet man die geographische Vertheilung des Wasserdampfes in der Luft, so findet man ihn am reichlichsten über dem Meer, über welchem die Luft gewöhnlich ihrem Sättigungsgrad nahe ist. Das Gegentheil findet über den Festländern statt, wo je nach den vorherrschenden Strömungen zugleich erhebliche Schwankungen eintreten. Im Innern der

Digitized by Google

Festländer herrscht die größte Trockenheit. Die absolute Menge derselben nimmt mit der Wärme vom Aequator nach den Polen hin ab, aber diese Abnahme, welche innerhalb der Wendekreise ziemlich regelmäßig ist, wird häufigen Störungen unterworfen in den gemäßigten und kalten Gegenden, und zwar hauptsächlich durch die Luftströmungen, die nicht bloß von verschiedener Wärme, sondern auch von wechselndem Feuchtigkeitsgehalt sind. Im mittleren Deutschland herrscht der größte Dampfgehalt bei Winden aus den südlichen, der geringste bei solchen aus den nördlichen Richtungen.

Wenn die Wärme einer Luftmasse unter ihren Thau- oder Sättigungspunkt herabgeht, nimmt die Feuchtigkeit die Form kleiner Tröpfchen an (welche von Einigen für luftgefüllte Bläschen erklärt werden) und wird durch Trübung der Luft als Nebel sichtbar. Sinkt die Wärme noch tiefer, so krystallisiren die Tröpfchen zu kleinen Eisnadeln. Nebel entstehen über feuchten Erdstrichen bei jeder Abkühlung, mehr in den Thälern als in freiem Lande und mehr in den tief- als den hochgelegenen Gegenden. Am häufigsten entstehen sie durch Zusammentreffen von verschieden warmen Luftmassen und sind daher besonders häufig in den kühlen Höhen, in welche die wärmeren Luftmassen aufsteigen. Eine der ausgedehntesten Nebelbildungen ist die in der Gegend Neufundlands und Islands durch das Zusammentreffen des warmen Golfstromwassers mit dem kalten Wasser und der kalten Luft des nordatlantischen Oceans entstehende. Sie erstreckt sich manchmal bis nach Westeuropa. Die sog. trockenen Nebel sind durch feine Rauch- oder Staubtheilchen erzeugt, welche verhindert werden, sich rasch im Luftraum zu vertheilen.

Die Wolken sind von den Nebeln nur durch ihre Lage unterschieden. Nebel in einiger Entfernung und besonders von unten gesehen, erscheint als Wolke, während man sich von Nebel umgeben sieht, wenn man eine Wolke durchwandelt. Die Bedingungen der Wolkenbildung sind thatsächlich genau dieselben wie die der Nebelbildung. Wir sehen an warmen Tagen an den kühlen Berggipfeln Wolken sich bilden, welche dort zu ruhen scheinen; begeben wir uns in sie hinein,

Digitized by Google

so finden wir uns in einem starken Wind, also einem Luftstrom, der warm und feucht heraufweht, um sich zu verdichten. Die Wolke verschwindet daher jeden Augenblick, um in jedem sich wieder zu ersetzen. Der feuchte Luftstrom erfährt nur im Passiren der kalten Bergspitze eine Verdichtung, welche beim Eintritt in eine wärmere Schicht der Luft wieder verschwindet.

Dieser im Grund so einfache Vorgang führt zur Entstehung aller jener bis zum Unbeschreiblichen mannigfaltigen und wechselreichen Gebilde, die als Wolken bald schwer am Horizonte unten lagern, bald hoch über uns wie leichtbeschwingte Wandervögel segeln, bald befruchtend mit ihrer Feuchte sich auf die Erde herabsenken. Sie alle entstehen aus dem Zusammentreffen wärmerer und kälterer Luft und aus der daraus folgenden Verdichtung des Wasserdampfes. Ihre Formen entsprechen im Allgemeinen ohne Zweifel den Bedingungen, unter denen diese ihre Bildung vor sich geht, aber nur selten sind diese Bedingungen uns zugänglich. So wissen wir, daß Schäfchenwolken (Cirrus) mit Vorliebe dann entstehen, wenn warme Südwinde von oben her in ruhende kältere Luft einströmen, während dem umgekehrten Proceß, dem Eindringen schwerer kalter Luft in warme, die tieferliegenden und massigen Schichtenwolken entsprechen. Aber ins Einzelne der Wolkengestalten forschend einzudringen, erlaubt schon ihr beständiger Wechsel nicht, sie zerfließen buchstäblich unter dem forschenden Blick, der nur die häufigst wiederkehrenden und allerverbreitetsten von ihnen in ein System zu bannen vermochte.

Mit Howard unterscheiden wir drei Hauptformen von Wolken: Schäfchenwolken (Cirrus), Haufwolken (Cumulus) und Schichtwolken (Stratus), und vier Uebergangsformen zwischen diesen: Cirro-Cumulus, Cirrostratus, Cumulostratus, Nimbus. Die Schäfchenwolken scheinen am höchsten von allen zu schweben: man sieht sie über den höchsten Berggipfeln und selten scheinen sie tiefer als 6000 Meter zu weilen. Man kann nicht annehmen, daß sie in solcher Höhe aus Wasserbläschen bestehen, sondern sie müssen aus Eisnadeln gebildet sein. Bei uns bezeichnen sie am häufigsten das Hereinwehen des Süd- oder Südwestwindes in die kalten hohen Luftschichten.

Digitized by Google

Oft ordnen sie sich streifenförmig in seiner Richtung an. Werden sie dichter, so gehen sie in Cirrostratus über, welcher zuerst wie ein Netzwerk erscheint, dann sich verdichtet, zu einer graulichen Decke sich ausbreitet, aus der dann gewöhnlich der Regen fällt. Die Form des Cumulostratus, welche den Himmel wie mit weißen Flecken dicht aneinander bedecken, ist seltener, sie zeigt in der Regel eine langsamere Abnahme der Wärme nach oben an, bedeutet weniger nahen Regen. Die Haufwolke oder der Cumulus entsteht aus aufsteigenden Luftströmen. Ebenso sind sie die eigentliche Wolkenform der regenreichen Tropen, die dort in der Regenzeit oft Monate lang jeden Tag neu aus heiterm Himmel sich bilden. Mitten in der Heiterkeit des Himmels des Stillen Meeres sieht man sie über den kleinen Inseln schweben, welche aufsteigende Ströme entsenden und man kennt die Lage der letzteren von Weitem an ihrer Wolkenkappe. Sie sind die charakteristische Wolkenform der warmen Sommertage, an denen sie nach hellem Morgen aus kleinen Keimen sich rasch anballen. Sie sind nie so hoch schwebend wie die Cirruswolken, die Grenzen ihrer Höhe scheinen 4000—6000 Meter zu sein. Indem sie sich ansammeln statt sich aufzulösen, gehen sie des Abends häufig in eine halb geschichtete Form über: Cumulostratus, aus der Gewitter oder starke Regen bald sich zu ergießen pflegen. Er verdankt seine Gestalt hauptsächlich dem Umstand, daß man ihn von der Seite sieht. Noch mehr gilt dieß von der Schichtwolke, dem Stratus, als welche von der Seite gesehen jede Haufwolke oder Schichthaufwolke erscheinen kann, welche tief genug steht. Nimbus endlich ist jede in Regen sich auflösende Wolke.

Indem die Dampfbläschen der Wolken bei fortschreitender Verdichtung anwachsen, werden sie schwerer und ihr Fall beschleunigt sich. Die Regentropfen scheinen weniger häufig aus der Verdichtung von Wasserdampf an der Oberfläche dieser Bläschen als aus der Vereinigung mehrerer von letzteren oder durch Schmelzen von Schneekrystallen oder Graupen zu entstehen. Das Gegentheil der allmählichen Vergrößerung der Regentropfen, nämlich ihre bis zur Wiederauflösung gehende Verkleinerung beim Uebergang in wärmere und trockenere Luftschichten über der Erdoberfläche ist eine

Digitized by Google

besonders bei veränderlichem Frühlingswetter nicht seltene Erscheinung. Man sieht dann einen Nimbus, dessen Regenschleier in bestimmter Höhe scharf abschneidet. Der Schnee ist die Form, welche der sich verdichtende Wasserdampf bei Temperaturen unter 0 annimmt. Die oft so bedeutende Größe der Schneeflocken erklärt sich aus der Erleichterung der Ankrystallisation an die einmal vorhandenen Krystalle beim Fallen durch feuchte Luft. In den sehr kalten und trockeneren Hochgebirgs- und Polarregionen fällt der Schnee vorwiegend in dichterer, trockenerer und feinerer staubartiger Form.

Die Vertheilung der Regen über die Erde läßt eine allgemeine gürtelförmige Anordnung regenreicher und regenarmer Regionen erkennen, welche mit den Klimagürteln im Großen und Ganzen übereinstimmt. Man findet nämlich einen großen Regenreichthum im Aequatorialgürtel (Tscherrapundschi 14200, Maranhão 7110, Akyab 5570 Millimeter), der in den Passatgürteln in Regenarmuth übergeht, um jenseits derselben in den gemäßigten und kalten Zonen einem mäßigen Regenreichthum Platz zu machen (Tolmezzo 2437, Baden-Baden 1550, Breslau 400 Millimeter), der in verschiedener Weise über das Jahr hin vertheilt ist. Bei einem großen und allgemeinen Ueberblick läßt sich erkennen, daß der Regenreichthum (der Kürze halber fassen wir auch den Schnee damit zusammen) vom Aequator nach den Polen hin abnimmt. Und endlich läßt sich nicht verkennen, daß derselbe im Zusammenhang steht mit dem Stand der Sonne und zwar so, daß dem höchsten Stande der Sonne am Himmel die größten Regenmengen entsprechen.

Unter dem Aequator findet man den größten Theil des Jahres hindurch schwerbewölkten Himmel, häufige Gewitter, Sturzregen, heftige Stürme. Es ist die Gegend, welche von den englischen Schiffern »Cloud-Ring«, Wolkenring, genannt wird. Hier strömen von beiden Seiten die mit Feuchtigkeit beladenen Passate herein, der aufsteigende Strom führt sie mit sich in die kälteren Regionen des Luftkreises und verdichtet ihre Feuchtigkeit. Indem die größte Höhe am Tage erreicht wird, finden oft mit großer Regelmäßigkeit die Regengüsse von Sonnenaufgang bis Nachmittags statt, während

Digitized by Google

Abend und Nacht klar bleiben. Oft kehrt Monate hindurch jeden Nachmittag 2 oder 3 Uhr ein heftiges Gewitter wieder, der übrige Tag und die Nacht bleiben dabei klar. Dieser regenreiche Gürtel verschiebt sich nord- und südwärts mit dem Wandel der Sonne. Unter dem Aequator selbst kann man ziemlich gut zwei Regenzeiten unterscheiden, welche dem zweimaligen Vorübergang der Sonne entsprechen, diese beiden nähern sich nach den Wendekreisen hin und fließen dort, wo die Sonne nur einmal im Jahr in den Zenith tritt, zu einer einzigen zusammen. In Bogotá beginnt die eine Regenzeit im Februar, die andere im September, in Panama die einzige im März, in San Blas in Mexiko im Juni, ebenso am Senegal im Juni. Sie dauert an diesen letzteren Orten bis zum September. In den Tropengegenden Asiens kommt diese Regelmäßigkeit nicht zum Ausdruck, weil der Monsun die Regenverhältnisse beherrscht. Solange der Südwest-Monsun herrscht, hat die Westküste Indiens Regen- und beim Nordost-Monsun Trockenzeit. Umgekehrt die Ostküste, nur erhält die Malabarküste mehr Regen als die von Koromandel, weil der Indische Ocean eine größere Wasserfläche bietet als der Busen von Bengalen. Es fallen in diese Zone die größten Regenmengen, die man kennt. Aber auch hier sind die Regenmengen größer an den Küsten als im Innern der Länder und größer an den Gebirgsabhängen als auf den Hochebenen.

Die warmen und feuchten Luftmassen, die von den äquatorialen Regionen polwärts abfließen, kühlen sich ab und nähern sich zugleich der Erde, wo sie bei fortdauernder Polrichtung ihrer Bewegung zuletzt den Sättigungspunkt überschreiten und Niederschläge hervorrufen. Die Linie, in welcher dieses Niedersteigen stattfindet, bleibt im Mittel 25—30° vom Aequator entfernt, folgt aber den Schwankungen des Kalmengürtels, welche durch den Wechsel des Sonnenstandes bedingt werden. Da diese Schwankungen aber nicht über 15° hinausgehen, bleiben breite Striche übrig, in welchen weder tropische Regen noch solche der absteigenden Aequatorialluft fallen. Diese regenarmen Striche finden sich sowohl auf dem Meere als am Lande und ihnen gehören alle größeren Wüstenbildungen an.

Digitized by Google

In den gemäßigten und kalten Gegenden der Erde sind die Niederschläge weit von dieser Regelmäßigkeit entfernt. Die feuchten äquatorialen Luftströmungen, nachdem sie zur Erde herabgestiegen sind, bewegen sich langsam durch kältere Regionen und erzeugen geringe aber andauernde Niederschläge. Zeitweilig brechen indessen kalte Nordströme ein und bewirken größere und heftigere Regengüsse. Nur in Spuren gewahrt man noch eine Andeutung von Regelmäßigkeit in der langsam von Südwest nach Nordost abnehmenden Regenmenge im Norden der Alten Welt und in der Verschiebung der Zeitpunkte ihres Eintrittes. Südeuropa hat Herbst- und Frühlingsregen, die atlantischen Küsten Herbstregen, Mittel- und Osteuropa Sommerregen.

Die Herbstregen Westeuropa's sind eine Folge der raschen Abkühlung, welche die von Westen kommenden feuchten Luftmassen hier erfahren, während unsere Sommerregen darauf zurückführen, daß in der warmen Jahreszeit die Abkühlung der Aequatorialströme auf entlegeneren Punkten ihrer Bahn stattzufinden vermag. Indessen spielen die höchst unregelmäßigen Windverhältnisse eine in hohem Grade störende Rolle gerade bei der Vertheilung der Niederschläge, welche dadurch ganz unberechenbar werden. In Europa endigt fast jede einzelne stürmische Bewegung in der Luft mit Regen, fast jeder Sturm läßt eine feuchte Spur hinter sich, weil die verschieden warmen und feuchten Luftschichten so nahe bei einander liegen, daß jeder Sturm sie zusammen mischt. Dazu kommt der Einfluß der Bodengestalt, welcher sich natürlich um so stärker geltend machen kann, je schwächer die Ursachen, welche auf Regelmäßigkeit der Erscheinung hinwirken. Wenn Norwegen (in Bergen) eine Regenhöhe von 2225 Millimeter, die schon tropisch genannt werden kann, und Schweden dagegen nur eine von 540 Millimeter aufweist, so kann man nicht zweifeln, daß solche Unterschiede in so geringer Entfernung in hohem Grade mit von dem wasserscheidenden Gebirge bewirkt sein müssen, welches die skandinavische Halbinsel durchzieht.

In den kälteren Regionen der Erde fallen die Niederschläge zum Theil und in den kältesten fast ausschließlich als Schnee, und dieser Schnee bleibt überall da liegen, wo die Sonne nicht kräftig genug ist, ihn wegzuschmelzen. So ent-

Digitized by Google

steht der ewige Schnee, welchen wir nur in den Gebirgen kennen, der aber in den kalten Polarregionen auch auf die Höhen der Hügel herabsteigt, wie wohl nirgends eine Gegend sich findet, welche jahraus, jahrein ganz schneebedeckt wäre. Das Liegenbleiben des Schnees ist keine einfache Folge unzulänglicher Wärme, sondern es ist die Menge, in der er fällt, und die Steilheit des Abhanges, auf dem er ruht, dabei ebenfalls wirksam. Wenn z. B. am Nordabhange des Himalaya die Schneegrenze um 2000—2500 Meter höher liegt als am Südabhang, so ist die Ursache in der Niederschlagsarmuth, der Trockenheit der Luft und der Wärmestrahlung der Steppen zu suchen. In den Alpen liegt die Schneegrenze bei 2700, in den Cordilleren von Quito bei 5000, im Nordhimalaya bei 6000, im südlichen Norwegen bei 1560, im nördlichen bei 700 Meter. (Vgl. Abschn. XX. Die Gletscher.)

Thau und Reif sind Niederschläge, welche am Erdboden, an den Pflanzen und anderen Körpern sich dann bilden, wenn die Ausstrahlung dieselben erheblich kälter gemacht hat als die sie umgebenden Luftschichten. Die Ausstrahlung ist am stärksten in hellen Nächten, in denen der Wärmeunterschied zwischen dem Boden und der hart darüber liegenden Luftschicht sich bis zu 7—8° erheben kann. Mäßig ruhige und feuchte Luft und heller Himmel sind zur Thaubildung unentbehrlich. Der Thau kann in trockenen Gegenden theilweise den Regen ersetzen, wie z. B. in den regenlosen Sommern Südeuropas und Nordafrikas, und erreicht in tropischen Gegenden eine Stärke, welche leichtem Regen nicht nachsteht.

Digitized by Google

XXIII.

Die Verbreitung des Lebens auf der Erde.

Allgegenwart des Lebens. Die Erde und ihre Lebewesen sind untrennbar verbunden. Grenzen des Lebens. Einfluß der Wärme, des Lichtes, der Bodenart auf die Verbreitung der Organismen. Pflanzenzonen auf der Erdfläche und an den Höhen. Uebereinstimmung der Gebirgsbewohner unter sich und mit Bürgern polarer Regionen. Entsprechendes Verhalten der Tiefseebewohner. Größe der Verbreitungsgebiete. Insel-Faunen und -Floren. Schwer erklärliche Unterschiede und Uebereinstimmungen. Wanderfähigkeit und Mittel der Verbreitung. Erdgeschichtliche Ursachen der Verbreitung. Die Gebiete der Thier-Verbreitung. Die Gebiete der Pflanzen-Verbreitung. Physiognomie der Gewächse. Vegetationsformen.

Alexander von Humboldt beginnt seinen schönen und gedankenreichen Aufsatz: „Ideen zu einer Physiognomik der Gewächse", welcher den zweiten Band der Ansichten der Natur eröffnet, mit folgendem Gemälde der Allgegenwart organischer Geschöpfe auf der Erde: „Wenn der Mensch mit regsamem Sinne die Natur durchforscht oder mit seiner Phantasie die weiten Räume der organischen Schöpfung mißt, so wirkt unter den vielfachen Eindrücken, die er empfängt, keiner so tief und mächtig als der, welchen die allverbreitete Fülle des Lebens erzeugt. Ueberall, selbst nahe an den beeisten Polen, ertönt die Luft von dem Gesang der Vögel wie von dem Summen schwirrender Insekten. Nicht die unteren Schichten allein, in welchen die verdichteten Dünste schweben, auch die oberen ätherisch reinen sind belebt. Denn so oft man den Rücken der peruanischen Cordilleren oder, südlich vom Leman-See, den Gipfel des Weißen Bergs bestieg, hat man selbst in diesen Einöden noch Thiere entdeckt. Am Chimborazo, fast 8000 Fuß höher als der Aetna, sahen wir Schmetterlinge und andere geflügelte Insekten. Wenn auch, von senkrechten Luftströmen getrieben, sie sich dahin als Fremdlinge verirrten, wohin unruhige Forsch-

Digitized by Google

begier des Menschen sorgsame Schritte leitet; so beweist ihr Dasein doch, daß die biegsamere animalische Schöpfung ausdauert, wo die vegetabilische längst ihre Grenze erreicht hat. Höher als der Kegelberg von Teneriffa, auf den schneebedeckten Rücken der Pyrenäen gethürmt, höher als alle Gipfel der Anden, schwebte oft über uns der Condor, der Riese unter den Geiern."

Die moderne Wissenschaft erlaubte uns, die Einsicht in die hier geschilderte Allgegenwart lebender Wesen soweit zu vervollständigen, daß wir sie oder mindestens ihre Keime auch da vermuthen, wo die Möglichkeit fehlt, dieselben mit unseren Sinnen zu erfassen. Nachdem wir wissen, daß die atmosphärische Luft in allen Zonen und in allen uns erreichbaren Höhenschichten von Pilz- und Infusorienkeimen derart wimmelt, daß nur die festesten Verschlüsse dieselben vom Eindringen in Flüssigkeiten u. dgl. abhalten können, und nachdem selbst in den früher ganz unbelebt geglaubten größten Meerestiefen ein unerwartet reiches und mannigfaltiges Leben entdeckt ward und Krankheitskeime in Form kleinster Lebewesen das feuchte Erdreich überall zu durchschwärmen scheinen, dürfen wir mit vollem Rechte sagen, daß nicht nur die Erdoberfläche bis zu ihren höchsten Erhebungen, sondern auch das Meer bis in seine tiefsten Tiefen, der Luftkreis, soweit wir ihn erforschen können, und die Erdrinde, soweit sie durchfeuchtet und der Luft zugänglich, von lebenden Wesen erfüllt sei.

So wie die Erweiterung unserer Kenntniß von den Formen des Lebens und den Wohnplätzen desselben uns das organische Leben, so wie es heute ist, inniger mit der Erde verknüpft, gleichsam enger an sie sich anschließend, tiefer in ihr wurzelnd, zeigt, als man früher wähnte, wo man es fast nur auf die Erdoberfläche beschränkt glaubte, so hat auf der anderen Seite die Vertiefung unseres Wissens von der Vergangenheit der Erde selbst und von der ihres Lebens uns die Ueberzeugung verschafft, daß auch in ihrem Werden die beiden aufs innigste verbunden und zwar so verbunden seien, daß die Lebewelt der Erde nicht anders zu verstehen sei, denn als ein Stück Erde, das zufällig reicher sich entwickelt hat als das Unbelebte.

Lehrt uns das Ende der organischen Wesen, daß sie

Digitized by Google

unweigerlich zum Staube zurückkehren, aus dem sie geboren worden, so scheint nicht minder deutlich ihr erster Anfang auf denselben Staub, d. h. auf die Stoffe hinzudeuten, welche die Rinde unseres Planeten bilden, sammt dem Wasser, von welchem dieselbe berieselt und der Luft, von welcher sie umhüllt wird. Wenn wir nicht Wunder ersinnen wollen, können wir nicht annehmen, daß die ersten organischen Wesen irgend einer der Erde nicht angehörenden Kraft ihr Dasein verdanken, daß sie von außen hereingebracht, gleichsam auf diesem ihnen ursprünglich fremden Boden der Erde ausgesäet worden seien. Es ist nur zu wahr, daß wir noch nicht den geringsten Einblick gewonnen haben in die thatsächlichen Vorgänge der Entstehung lebendiger Wesen aus unbelebtem Stoffe. Die vielbesprochene Urzeugung ist noch immer nicht nachgewiesen und man darf für fraglich halten, ob sie es jemals sein wird. Die Wurzeln des Baumes des Lebens sind uns wahrscheinlich für immer verhüllt, sie liegen vielleicht weit jenseits jener Größe von $^1/_{1000}$ Millimeter, welche die Grenze unserer durch das Mikroskop verschärften Sinneswahrnehmung bezeichnet, und können natürlich, wenn dieß der Fall, weder in den Vorgängen unserer gegenwärtigen Umgebung, noch in den Zeugnissen der Vorwelt erkannt werden. Gehen wir aber der Geschichte der Entfaltung des Lebens auf der Erde nach, so brechen deren Zeugen mit einer noch immer nicht genügenden Plötzlichkeit schon bei einer Entwicklungsstufe ab, welche einer allgemeinen Betrachtung nicht sehr weit hinter derjenigen zurückzubleiben scheint, welche die Lebewelt heute erreicht hat.

Aber dennoch ist kein vernünftiger Grund vorhanden, an der Erdgeborenheit unserer Lebewelt zu zweifeln. Eine andere Auffassung als diejenige, welche ein Stück höher entwickelten Erdbodens in ihr sieht, kann nicht anders als mit einem Opfer an Logik erkauft werden. Nur Zufälligkeiten der Beschränktheit unserer Sinne und der zeitlichen Schranken, in welche wir gebannt sind, hindern uns, den geistigen Einblick in dieses naturgemäße Verhältniß auf eine breitere Grundlage der Beobachtung zu stellen. An diese Schranken, und vorzüglich an die ersteren, haben wir aber immer zu denken, wenn wir die Ausbreitung des Lebens über die Erde hin zu verfolgen streben, denn wir sehen eben nur so viel

Digitized by Google

davon, als unseren Sinnen zugänglich und als bis auf unsere Gegenwart herabgelangt ist. Wir haben dagegen über diese Schranken uns zu erheben, wenn wir zu allgemeinen Gedanken über den Zusammenhang des Lebens mit seinem Boden und seinem Ursprung aus demselben gelangen wollen.

Für unsere Sinne gibt es folgende Grenzen des Lebens: Die größten Tiefen und die größten Höhen, welche wir kennen, hegen noch lebendige Wesen und dieselben finden sich sowohl in den heißesten als den kältesten Gegenden der Erde. Um die Bacterien zu tödten bedarf es einer Wärme, die wir in der Natur nicht an der Erdoberfläche finden: sie sterben erst jenseits des Siedepunktes bei 110—120° C. Dagegen kennt man keinen Kältegrad, der so stark ist, ihren Lebensfaden abzuschneiden. Diesen Lebewesen und manchen anderen von ähnlicher Kleinheit setzt also die Wärme-Verbreitung auch in ihren extremsten Wirkungen keine Schranken. Was das Licht anbetrifft, so ist dessen Mangel so wenig absolut lebensfeindlich, daß wir in den tiefsten Schachten und den dunkelsten Höhlen noch lebendigen Wesen begegnen. Der Boden nährt Pflanzen auch da, wo er am unfruchtbarsten scheint: es gibt keine Wüste, die auf sehr weite Strecken gänzlich pflanzenlos wäre und die frische Lava bedeckt sich durchschnittlich nach 7—8 Jahren mit Flechten und kann nach 200—300 Jahren dicht bebuscht sein. Endlich ist das Wasser nicht nur insofern ein zum Leben nothwendiges Element, als es in die Zusammensetzung aller bekannten Lebewesen eingeht, sondern es nährt selbst in seiner befruchtenden Feuchte eine Fülle von Pflanzen und Thieren. Hingegen schließt die Trockenheit, selbst in den dürrsten Wüsten, nicht absolut das Leben aus, denn es gibt keine vollständig pflanzenlosen Wüstenstriche von mehr als ein paar Quadratmeilen und das beweglichere Thierleben durchstreift selbst diese.

Wenn die Entfaltung des Lebens also nirgends ganz hintangehalten werden kann, sondern alle feindlichsten Einflüsse zuletzt doch niederkämpft, so erfährt es doch je nach dem Maße, mit dem diese Einflüsse ihm zugemessen sind, Hemmungen, welche seine Fülle in merklicher Weise abstufen. Am wirksamsten ist auf diese Art die Wärme, deren Einfluß auf die Verbreitung des Lebens auf der Erde sich am

Digitized by Google

allgemeinsten einmal beim Fortschreiten von äquatorialen nach polaren Regionen zeigt, und das andere Mal bei der Erhebung vom Fuße der Gebirge zu den Höhen derselben. „Wer die Natur mit Einem Blicke zu umfassen und von Lokal-Phänomenen zu abstrahiren weiß, der sieht, wie mit Zunahme der belebenden Wärme, von den Polen zu dem Aequator hin, sich auch allmählich organische Kraft und Lebensfülle vermehren" (A. v. Humboldt). Die Zahl der Arten, die Größe der Individuen, und bei den Pflanzen sogar der einzelnen Organe (Blüthen, Blätter) sieht man von den Polen nach dem Aequator zunehmen. Hierbei sind indessen diejenigen Striche auszunehmen, in welchen Trockenheit, starke Höhenlage oder Bodenarmuth eine örtliche Verkümmerung des Bodens hervorrufen. Solche Striche sind übrigens verhältnißmäßig beschränkt. Es gehören zu ihnen Centralasien, Persien, Innerarabien, Aegypten, die Sahara, das Innere Südafrika's, die nord- und südamerikanischen Steppen und Wüsten, Untercalifornien, Südperu und der größte Theil von Australien. Sie bilden nur Ausnahmen von einer großen Regel, welche vielleicht am deutlichsten sich ausprägt durch das Zusammenfallen gewisser klimatischer und Vegetations-Grenzen. Es gibt z. B. keinen Waldwuchs jenseits einer Linie, welche die Orte mit 8° Sommerwärme mit einander verbindet; es gibt keinen Getreidebau jenseits des Polarkreises, keinen Weinbau jenseits des 50., keinen Cactus jenseits des 40., keinen Zuckerrohrbau jenseits des 38., keine baumartigen Palmen jenseits des 36. Breitegrades, keinen Kaffee- oder Cacaobaum, keine Cykadee, keine Baumorchidee (mit einer einzigen Ausnahme in Florida) jenseits des Wendekreises. Für die Thiere sind die Grenzen nicht gleich scharf gezogen, wie für die ungleich weniger beweglichen Pflanzen, aber nur einige wenige Affen, Papageien, Kolibri's gehen über den 30. Breitegrad hinaus, während die weitaus größte Zahl ihrer Geschlechter und Arten den eigentlichen Tropen, d. h. dem Striche innerhalb der Wendekreise angehört. Uebrigens lehrt die Physiologie der Pflanzen deutlich genug die Ursachen ihrer reicheren Entwicklung in den warmen, ihrer ärmeren in den kalten Zonen und von der Entwicklung der Pflanzenwelt hängt dann wieder die der Thierwelt unmittelbar oder

Digitized by Google

mittelbar entschieden ab. Es ist ein Gesetz des Pflanzenwachsthums, daß jede Funktion erst dann eintritt, wenn die Temperatur der Pflanze einen bestimmten Grad über dem Gefrierpunkt der Säfte erreicht, und ein anderes, daß die Funktionen der Pflanze gefördert werden, und in ihrer Intensität zunehmen, wenn die Temperatur von ihrer unteren Grenze anfangend steigt. So beginnt Weizen bei 5°, Mais bei 9,4° zu keimen. Die Wurzeln nehmen aus wärmerem Boden mehr Wasser auf als aus kaltem. Alle Früchte brauchen, um zu reifen, bestimmte Wärmesummen. Der Einfluß des Lichtes mag ebenfalls bei höherem Sonnenstande bedeutender sein als bei niedrigerem, wiewohl er nicht überschätzt werden darf. Ungemein wichtig ist aber jedenfalls der der Feuchtigkeit, von der wir wissen, daß sie in größter Menge den Tropen eigen ist, um nach den Polen zu abzunehmen, und welche durch dieses Verhalten ihre Abhängigkeit von der Verbreitung der Wärme deutlich bezeugt. Auf sie werden wir zurückkommen.

In nicht minder großen Zügen zeichnet sich die Abhängigkeit der Lebewelt von der Wärme durch ihre Abnahme nach der Höhe zu, und nach der Regel „Gleiche Ursachen, gleiche Wirkungen" findet man beim Aufsteigen vom Fuß nach der Höhe der Gebirge viele Erscheinungen ganz so, wie man sie bei der Wanderung aus äquatorialen nach polaren Regionen fand. Bewirkt vorzüglich durch die stärkere Feuchtigkeit und den neuangeschwemmten Boden finden wir zwar überall eine sehr üppige Vegetation am Fuße und an den niedrigeren Abhängen eines Gebirges, aber je höher wir steigen, desto geringer wird die Vegetationsdauer, desto kleiner die Gewächse, desto geringer die Zahl ihrer Arten, bis endlich der ewige Schnee allen Pflanzenwuchs erstickt, der dann höchstens noch auf schneefreien Felsgraten und -blöcken in den sog. „Gletschergärtlein" sich kümmerlich anschmiegend behauptet. Beim Ersteigen eines Hochgebirges in den Tropen durchwandert man thatsächlich in wenigen Stunden alle Zonen bis hinauf zur polaren. Ungefähr alle 600 Meter befindet man sich in einer neuen Pflanzenwelt. Man überschreitet bei etwa 600 Meter die Grenze der Palmen und Bananen, bei 1200 die der Baumfarne und Feigen, bei 1800 die der

Digitized by Google

Lorbeeren, bei 2400 die der immergrünen Eichen und anderer Laubhölzer, zwischen 3000 und 4000 fühlt man sich unter laubabwerfenden Laubhölzern und unter Nadelhölzern bis zur Täuschung in unsere heimische mittel- und nordeuropäische Umgebung versetzt, von da an beginnt der Gürtel der Alpensträucher, der an unsere Alpenrosenzone erinnert, von 4400 an betritt man die schon von Schneewasser durchtränkte Region der Alpenkräuter, von denen selbst manche mittel- und südamerikanische, vorzüglich aus den Gruppen der Steinbrecher, Ranunkeln und Enziane mit unseren Hochalpenbewohnern vollständig übereinstimmen; diese Region geht allmählich und von 4800—5000 Meter an entschieden in die Region des ewigen Schnees über, in welcher, ganz wie bei uns, einzelne versprengte Blüthenpflanzen neben begnügsamen Moosen und Flechten die letzten kümmerlichen Vertreter des Pflanzenlebens sind. Thatsächlich hat man auf diese Weise eine Wanderung gemacht von den Tropen bis tief in die Polarzone hinein und durch alle Abstufungen der gemäßigten Klimate hindurch. In unseren Gebirgen ist die Mannigfaltigkeit der Vegetationsgürtel natürlicherweise weniger groß, sie repräsentiren nur etwa die obere Hälfte der Tropengebirge. Aber bekanntlich lassen wir in unseren Alpen ja auch erst den Weinstock (400 Meter), dann die Walnuß (600), die Eiche (800), die Buche (1400), die Fichte (1800), das Krummholz (2000) hinter uns, um zwischen 2000 und 2800 die wohlunterscheidbaren Gebiete der Alpenrosen und der eigentlichen Hochalpenkräuter bis zur Schneegrenze zu durchmessen. Bedürfte es noch eines Beweises, wie auch hier die Wärme der hauptsächlich einflußreiche Faktor, so lehrt es die Veränderlichkeit bestimmter Höhengrenzen des Pflanzenwuchses mit der Klimazone. Die Waldgrenze, welche in dieser Beziehung wegen ihrer Deutlichkeit besonders lehrreich, liegt in West-Lappland (67° n. B.) bei 350, im mittleren Norwegen bei 800—1000, in den schottischen Hochlanden bei 800, im mittleren Ural bei 1300, im Riesengebirge bei 1170, in den bayrischen Alpen bei 1860, im Engadin bei 2100, in den Pyrenäen bei 2330, am Ararat bei 2500, am Südabhang des Himalaya bei 3700, in den südamerikanischen Anden bei 3300 Meter. Man sieht, wie sie im Allgemeinen von polaren nach äquatorialen Regionen

Digitized by Google

ansteigen, sehr ähnlich in dieser Hinsicht der Schneegrenze. Aber gleich dieser sind sie allerdings nicht ausschließlich von der Wärme, sondern auch von der Trockenheit abhängig. So wie die Schneegrenze herabsinkt, wenn bei gleicher Wärme stärkerer Schneefall stattfindet, welcher durch größere Feuchtigkeit bewirkt wird, so sinkt auch die Waldgrenze in feuchtem und steigt in trockenem Klima. So liegt sie z. B. am Ostabhang des Lappländischen Gebirges bei 700, am feuchteren Westabhang bei 300, im trockenen Felsengebirge Nordamerika's bei 40° n. B. bei 3500, dagegen in der feuchteren Sierra Nevada Californiens unter 38° n. B. bei 2500 Meter.

Die Thierwelt zeigt auch hier dieselbe größere Selbstständigkeit wie bei der Verbreitung über äquatoriale und polare Regionen, weil ihre Beweglichkeit ihr das Wandern von einem Standort zum anderen ermöglicht. So wie unsere Zugthiere im Winter ihre nordische Heimath mit wärmeren Gegenden vertauschen, so ziehen sich auch die gebirgsbewohnenden Thiere im Winter nach den tieferen Theilen, um im Sommer in die höheren zurückzukehren. Immerhin nimmt aber auch die Zahl der Thiere sowohl nach Arten als nach Individuen nach oben zu merklich ab und diese Abnahme wird nicht ausgeglichen durch das Erscheinen neuer Formen. Die charakteristischen tropischen Säugethiere, Reptilien, Amphibien und Insekten gehen in der Regel nicht weit über 1000 Meter hinaus und finden ganz wie die Pflanzen ihre größte Entwicklung in der Palmen-, Bananen-, Farnbaum- und Feigenzone. Solche Thiere, welche durch ihre Lebensweise mehr an den Boden gebunden sind als andere oder welche sogar festgewachsen leben, wie gleitende Reptilien und Amphibien, Landschnecken, Insekten mit in der Erde lebenden Larven, vor allen aber die am Boden festgewachsenen Meeresthiere zeigen eine größere Abhängigkeit von der Wärmevertheilung als die freier beweglichen. Die Schlangen, Schildkröten und Eidechsen sind aus den kälteren Ländern ausgeschlossen, während sie ihre üppigste Entfaltung in den warmen und trockenen finden, die Krokodile sind tropisch und subtropisch, die Armuth der kalten Länder an Insekten mit längerem Entwicklungsproceß, besonders an Schmetterlingen und Käfern, ist im Gegensatz zur Ueberfülle der Tropen einer

Digitized by Google

der bemerkenswerthesten Züge in dem Bilde der Thier-Verbreitung. Was aber die Verbreitung der festgewachsenen Thiere betrifft, so genügt es, an die in dem Abschnitt über die Inseln angegebenen Verbreitungs-Verhältnisse der riffbauenden Korallen zu erinnern, welche ja geradezu durch rein klimatische Grenzlinien umschrieben werden können.

Nicht so sicher, wie bei den Pflanzen die Wärmeabnahme mit der Höhe, prägt sich bei den Meeresthieren die Wärmeabnahme mit der Tiefe aus. Dabei ist aber zu erwägen, daß wir die Meerestiefen hinsichtlich der Vertheilung der Organismen auf ihre einzelnen Stufen viel weniger genau kennen als die Bergeshöhen. Doch haben wir schon oben hervorheben können, daß die riffbauenden Korallen eine bestimmte Tiefe niemals überschreiten (s. o. S. 170) und ein ähnliches Verhalten zeigt eine ganze Anzahl von anderen sedentären Meeresthieren. Ed. Forbes unterschied im Aegäischen Meere 4 Tiefenzonen, deren jede durch eine Anzahl eigener Thierformen bezeichnet sein sollte. Die oberste ist die Littoral-Zone, welche zwischen den Grenzen der Gezeiten liegt und für welche Gammarus, Balanus, Patella, Littorina, Purpurea, Mytilus bezeichnend sind; die zweite oder Laminarien-Zone ist durch die Weichthiere Trochus, Lacuna und Lottia bezeichnet, und sie erstreckt sich bis zu 15 Faden; die dritte, die bis 50 Faden gehende, ist die Corallinen-Zone, in welcher von Weichthieren Buccinum, Ostrea, Fusus, Pecten, dann von Seesternen und Seeigeln Antedon, Asteracanthion, Ophiothrix u. a., außerdem zahlreiche Moosthierchen (Corallinen) vorkommen; die vierte umschließt endlich die ganze übrige Tiefe des Oceans, wo nach Forbes' Ansicht (1859 geäußert) „die thierischen Bewohner, je weiter wir hinabsteigen, immer verschiedener und an Zahl geringer werden, und so unsere Annäherung an einen Abgrund anzeigen, wo das Leben entweder erloschen ist oder nur noch in wenigen Funken fortglimmt". Diese Ansicht hat sich nun in keiner Weise bestätigt, sondern es hat sich im Gegentheil eine, wenn auch nicht an Arten, so doch an Individuen reiche und ziemlich mannigfaltige Fauna selbst bis in die tiefsten Tiefen des Oceans, die man gemessen, verfolgen lassen, und zwar nicht nur bestehend aus jenen oben erwähnten niederen Lebewesen, welche einen so hervorragen-

Digitized by Google

den Antheil an dem Aufbau des Meeresbodens nehmen, sondern auch aus Thieren höherer Klassen, unter welchen Weichthiere, Stachelhäuter (Seesterne, Seelilien u. dgl.) und Korallen am stärksten vertreten sind. Wie nun diese sich nach verschiedenen Tiefen anordnen, in denen man sie findet, ist unbekannt, doch sind bei der großen Gleichförmigkeit der Wärmevertheilung im Ocean unterhalb einer gewissen Tiefenstufe scharfe Unterschiede nicht mehr zu erwarten und es scheint im Gegentheil ein im Ganzen und Großen ähnlicher Charakter dem Thierleben in allen Tiefen unterhalb von etwa 100 Faden eigen zu sein. Unter dieser Grenze verschwindet der Einfluß der Wärmeschwankungen an der Oberfläche und die Wärme nimmt langsam ab.

Zwei unter einander verwandte und mit den Wirkungen der Wärmeabnahme zusammenhängende Gruppen von Thatsachen, welche beide gleich schwer erklärlich scheinen, sind die vollkommene Uebereinstimmung vieler arctischer Pflanzen und Thiere mit solchen des Hochgebirges und die Uebereinstimmung vieler Pflanzenarten auf den Höhen weit von einander entlegener Gebirge.

Was die erstere anbetrifft, so genügt es hervorzuheben, daß unter 700 Pflanzenarten unseres alpinen Pflanzengürtels 36 % sind, welche in nordischen Gebirgen wiederkehren. Martins fand auf den Grands Mulets (3200—3400 Meter) noch 24 Blüthenpflanzen, welche aber größere Verwandtschaft mit den polaren Formen als den zunächst tiefer vorkommenden aufwiesen. $^3/_4$ von ihnen stimmten ganz mit polaren Arten überein. Daß gerade so charakteristische Polarformen wie die verzwergten Weiden, Birken und Erlen, der Alpenmohn, die Alpenkresse, die verschiedenen beerentragenden Vaccinien, dann Moose und Flechten beiden gemein sind, macht selbst den Gesammt-Eindruck oder die Physiognomie der Hochgebirgs-Pflanzenwelt sehr ähnlich derjenigen der polaren. Und auch da, wo die Arten nicht dieselben sind, ist doch das Kleid sehr ähnlich, das sie tragen, ihr Habitus, wie es die Pflanzenkundigen nennen. Denn als allgemeine Regel kann es bezeichnet werden, daß die oberirdischen Organe verkümmern, während die unterirdischen sich stärker entwickeln. Nur die beiden nothwendigsten: die Wurzeln zur Nahrungsaufnahme

Digitized by Google

und die Blüthen zur Fortpflanzung bleiben groß, während die minder nothwendigen Stengel und Blätter fast ganz ausfallen. Die Pflanzen sind daher stengellos an den Boden angedrückt, blattarm, aber großblüthig. Und die Fauna trägt das ihre dazu bei. Schneehase, Schneeammer u. a., sowie auch eine Reihe von Insekten sind unseren Hochgebirgen und den Polarregionen gemein. Gemein ist auch allen Säugethieren und Vögeln in beiden Regionen die starke Behaarung, und einer Anzahl von ihnen das schneeweiße Winterkleid, der Winterschlaf und der Wandertrieb. Eine Thatsache, welche noch hervorgehoben zu werden verdient, ist die besondere Aehnlichkeit, welche zwischen der Hochflora der Alpen oder Pyrenäen und der Spitzbergens oder Lapplands, zwischen der der nordamerikanischen Gebirge und der Labradors oder Grönlands, zwischen der des Altai und Nordsibiriens besteht. Die Anklänge der Hochgebirgsflora an die polare sind, mit anderen Worten, am größten innerhalb derselben Meridianrichtung.

So wie die Lebewelt der höheren und höchsten Theile der Hochgebirge im Allgemeinen sehr ähnlich und in vielen Einzelfällen ganz gleich ist der der Polarländer, weisen auch die entlegensten Hochgebirge in derselben Richtung kaum minder auffallende Aehnlichkeiten oder Uebereinstimmungen auf. Die Flora der Nord-Alleghanies in Neu-England ist fast Art für Art dieselbe wie die der Gipfel des Schwarzwaldes oder der Sevennen. Auf den Gipfeln der brasilianischen Gebirge findet man mehrere Gebirgspflanzen Europa's, der Cordilleren und der antarctischen Gebiete. Feuerland hat 40—50 Blüthenpflanzen mit Nordamerika und Europa und zwar fast nur mit den dortigen Gebirgen gemein. Afrika besitzt europäische Gebirgspflanzen auf dem abessinischen Hochland und auf den Bergen des Kaplandes und Nahverwandte derselben auf den Gipfeln von Fernando Po, der Capverdischen Inseln und der Camerunberge. Nicht minder ist die Hochflora des Himalaya alpin angehaucht und selbst eine Sammlung der Flora vom Gipfel irgend eines der javanischen Vulkane ruft in größerer Zahl die Erinnerung an europäische Gebirgspflanzen wach. Ja, auf südaustralischen Gebirgen selbst kehren Bürger europäischer Floren wieder und andererseits beherbergen die

Digitized by Google

Gipfel der malayischen Inseln eine Anzahl australischer Formen. Alle diese Fälle würden nun zwar immer einen sehr erstaunlichen Kosmopolitismus bezeugen, aber doch in keiner Weise erstaunlicher sein als die weltweite Verbreitung so manches anderen Gewächses. Aber sie werden sehr schwer erklärlich, wenn man sieht, daß zwischen diesen Gebirgen die Tiefebenen oder Hügelländer keine Spur von diesen Gebirgspflanzen aufweisen, ganz zu schweigen von den Meeren, die dazwischen liegen. Es ist nicht denkbar, daß dieselben durch die Luft von einem Gipfel zum anderen gewandert seien mit völliger Ueberspringung der dazwischen liegenden Strecken. Aber wie anders war diese Wanderung möglich? Die Erklärung durch die viel ausgedehntere Schnee- und Eisbedeckung und Gletscherbildung, welche wenigstens in den gemäßigten Breiten der Nordhemisphäre in jener berühmten „Eiszeit" stattfand, aus welcher unsere heutigen Klimaverhältnisse hervorgegangen sind, liegt für die Uebereinstimmungen und Aehnlichkeiten mittel- und nordeuropäischer, nordasiatischer, nordamerikanischer Formen unter sich und mit polaren nahe. Dagegen sind die bis in die äquatorialen Gebirge und sogar über den Aequator hinausreichenden Vorkommnisse damit nicht erklärt, denn jene Eiszeit machte in gemäßigten Zonen Halt. Wollen wir nicht mit Agassiz und Darwin eine zeitweilige Vereisung viel größerer Theile der Erde mit Herabsinken des Tropenklima's auf die Wärme- und Feuchtigkeitsstufe unseres gemäßigten Klima's annehmen, so müssen wir uns begnügen, diese auffallenden Thatsachen als zur Zeit unerklärliche einfach zu verzeichnen; was hiermit geschieht.

Viel leichter ist die Erklärung des Vorkommens arctischer Meeresthiere in wärmeren Meeren, wo sie bloß in die Tiefe hinabzusteigen brauchen, um der gleichen geringen Wärme zu begegnen, welche sie dort an der Oberfläche gefunden hatten. Beispiele solcher Vorkommnisse sind in keiner Weise selten. Sie vermehren sich mit der Zunahme der Forschungen, die man über die Thierwelt des Meeres anstellt. Die besten Beispiele hat bis jetzt die Faröerstraße geliefert, in welcher man bei 500 Faden Tiefe mit 0° bis — 2° bereits die Temperatur findet, welche in angrenzenden Theilen des Meeres der Tiefe von 1500 Faden eigen ist.

Digitized by Google

Hier kommen nicht bloß bei 500 Faden Bewohner viel größerer Tiefen vor, sondern man begegnet auch einer ganzen Versammlung von echt arctischen Thieren und zwar mit so viel Lokalfarbe (Krebse aus den Geschlechtern Caprella, Aega, Arcturus, von Stachelhäutern Echinaster, Solaster, Rhizocrinus und manche andere Thiere), daß in der That der Charakter der Fauna in diesem Kanal ein spitzbergischer genannt werden kann. Wo arctische Meeresthiere in der Tiefe wärmerer Meere vereinzelt und gesondert von ihrem eigentlichen Wohnbezirke vorkommen, wie es in dem Falle der bei Spitzbergen und dann wieder an der sicilianischen Küste vorkommenden eintritt, ruft man dieselbe Erklärung an, wie in dem Falle der vereinzelt auf weit entfernten Bergen vorkommenden Pflanzen: man läßt sie in einer Kälteperiode aus ihrem ursprünglichen Wohnbezirke ausgewandert sein.

Die Zusammensetzung des Bodens beeinflußt unmittelbar in erheblichem Maße die Pflanzen, in geringerem die Thiere. Vor Allem sind wirksam der größere oder geringere Reichthum desselben an nährenden Bestandtheilen, der verschiedene Grade von Härte, Dichtigkeit, Zersetzbarkeit und Auflöslichkeit, dann die Unterschiede nach den vorwaltenden Stoffen, welche in seine Zusammensetzung eingehen. Gewisse Pflanzen findet man nur an Felswänden oder in Felsritzen (viele Flechten und Moose, das Felshabichtskraut, das Mauer-Asplenium), andere sind ebenso entschieden Sandbewohner, wie Dünenhafer, Sanddorn, Strohblümchen, andere kommen nur in Sümpfen fort, wie die Torfmoose und die saueren Gräser, Binsen, Butomus, Sagittaria, Caltha. Unter den chemischen Bestandtheilen ist der Kalk vom größten Einfluß auf das Wachsthum oder das Ausbleiben gewisser Gewächse auf bestimmten Bodenarten. Es gibt eine große Zahl von sog. kalksteten d. h. im Kalkboden mit großer Vorliebe wachsenden Pflanzen, zu denen die stinkende Nieswurz, Frühlings-Adonis, Orchis militaris und andere Orchideen gehören; die Portulake, Salsolen, Salicornien, die Sellerie ziehen Salzboden, der Huflattich, die Pestwurz, die rostblättrige Alpenrose Thonboden vor. Unter den Thieren sind hauptsächlich die gehäustragenden Weichthiere an kalkreiche Bodenarten gebunden und ist z. B. überall entschieden der

Digitized by Google

Kalkfels die beste Grundlage für das Gedeihen der Landschnecken.

Indessen bleibt ein großer Rest von Thatsachen der Thier- und Pflanzen-Verbreitung übrig, welcher durch klimatische oder andere Naturbedingungen, unter denen sie heute stehen, nicht erklärt werden kann, und die wichtigste von diesen wird immer die Nichtübereinstimmung der Thiere und Pflanzen von solchen Theilen der Erde sein, welche in Boden, Klima und allen anderen äußeren Umständen einander vollkommen ähnlich sind. Es gibt keine altweltliche Bodenart und Klimastufe, welche nicht in der Neuen Welt sich wiederholte und doch sind die Uebereinstimmungen zwischen der Flora der beiden verschwindend, wenn man von den eben erörterten Verhältnissen der Hochflora der Gebirge absieht. Nicht geringer ist die vielfältige und weitgehende Aehnlichkeit der Naturbedingungen zwischen Ländern der Nord- und Südhalbkugel, und doch stehen sich gerade hier die denkbar schärfsten Gegensätze der Thier- und Pflanzenwelt gegenüber. Es ist nicht anders in den Meeren. Die Landenge von Panama ist mit ihrer Breite von 10 Meilen nicht im Stande, eine sehr starke Verschiedenheit der Lebensbedingungen zwischen dem Atlantischen und dem Stillen Ocean hervorzurufen, welche, der eine von Norden, der andere von Süden her, ihre Wellen an ihre Ufer tragen. Und doch ist die Fauna der Bucht von Panama hochgradig verschieden von der von Colon, und wenn z. B. von den dort vorkommenden Fischen 30 % mit einander übereinstimmen, erscheint das schon als eine auffallende Thatsache, zu deren Erklärung man nichts Geringeres als das bis in jungtertiäre Zeiten fortdauernde Offenstehen dieser Landenge, also die Sonderung von Nord- und Südamerika anführt. Ohne das würde die Uebereinstimmung sich wohl auf 1 oder 2 % beschränken.

Eine andere Gruppe von schwer erklärlich scheinenden Thatsachen liegt in dem Vorkommen ähnlicher, aber nicht ganz gleicher Formen in nicht sehr weit von einander entlegenen Bezirken. Die Arten einer und derselben Gattung bewohnen Bezirke, welche durch Gebirge, Flüsse, Wüsten, Meere u. s. w. von einander getrennt sind, und so zieht sich eine und dieselbe Gattung durch einen ganzen Erdtheil oder

Digitized by Google

selbst durch mehrere, indem sie in den einzelnen Abschnitten desselben durch verschiedene Arten vertreten sind. Meist sind diese Arten um so verschiedener von einander, je weiter ihre Wohnplätze von einander entfernt sind oder je schärfer die Schranke ist, welche zwischen denselben sich aufthürmt, und andererseits um so ähnlicher, je näher bei einander sie wohnen. Die Pflanzen und Thiere der Antillen sind, wiewohl in vielen Hinsichten sehr eigenthümlich, doch wesentlich amerikanisch, aber die der Bermudas sind es viel weniger. So schwächt auch auf den Inseln des Stillen Oceans die Aehnlichkeit mit Asien sich ab in dem Maße, als man nach Osten geht. So ist auch England in seiner Lebewelt europäischer als Madeira und Sicilien ist es mehr als Kreta. Auch läßt sich nicht läugnen, daß auf einem und demselben Raume in der Regel um so mehr verschiedene Formen derselben Gruppe (Art, Gattung u. s. w.) vorkommen, als mehr von Natur abgesonderte Oertlichkeiten vorhanden sind. Damit hängt wohl die Thatsache zusammen, daß die schwerbeweglichen, durch kleinere Hindernisse schon abgrenzbaren Organismen engere Verbreitungsbezirke aufweisen als die beweglicheren, wie denn die Thiergeographie u. a. die merkwürdige Thatsache zu verzeichnen hat, daß die Sandwichs-Inseln an eigenen Landschnecken-Arten allein fast so viel bergen wie ganz Europa.

Ganz räthselhaft ist dann die außerordentliche Ungleichheit in der Größe der Verbreitungs-Gebiete. Während unsere braune Ratte so kosmopolitisch ist, daß sie fast überall Fuß faßt, wo sie mit den Schiffen des Europäers auch nur vorübergehend hinkam, finden wir ein so mächtiges kraftvolles Thier wie den Grizzly-Bär, den furchtbarsten aller landbewohnenden Bären, auf ein Gebiet beschränkt, das kaum so groß als Deutschland. Einer großen Zahl kosmopolitischer Gewächse stehen einzelne gegenüber, welche nur an eng umgrenzten Oertlichkeiten gefunden werden. Mehrere von unseren gewöhnlichsten Kräutern, wie Hirtentasche, Gänsblümchen, Brennnessel, Nachtschatten, Stechapfel, Gänsedistel sind nach allen Erdtheilen gewandert und bei manchen ist es bereits schwer geworden, ihre Heimath zu bestimmen. Im Gegensatz dazu steht nicht bloß das Vorkommen einzelner Pflanzenarten an bestimmten, oft nach ein paar Tausend Quadratmetern

Digitized by Google

zu bemessenden Orten, wie z. B. der Californischen Riesenceder Sequoia, welche nur in wenigen Hainen von jeweils kaum 1 Quadratkilometer Oberfläche wächst, oder der kärnthnerischen Wulfenia, die nur auf einer einzigen Alpe des Gailthales vorkommt, oder der Seychellenpalme, die sich nur auf den Seychellen findet, sondern auch die Menge besonderer, nur diesem einzigen Gebiete eigener Arten, Gattungen und sogar Familien auf verhältnißmäßig engem Raume, im Vergleich zu welchem dann zehn- und mehrfach größere Gebiete viel ärmer sind. Das bemerkenswertheste Beispiel hiefür ist im Bereich der Pflanzenwelt das Kapland mit 8000 Arten, wovon über $^3/_4$ eigenthümlich, und im Bereich der Thierwelt Australien, dessen Säugethiere mit kaum nennenswerthen Ausnahmen durchaus eigenthümlich sind und dessen übrige Fauna zahlreiche Eigenarten umschließt. Hingegen ist verhältnißmäßig wenig eigenthümlich das nord- und mitteleuropäische Verbreitungsgebiet, das gerade seine auffallendsten Charakterthiere und Charakterpflanzen mit Asien und sogar mit Nordamerika gemeinsam besitzt. Dort leben auf demselben Raum mehr als zehnmal mehr eigenthümliche Lebewesen als hier. Sind auf demselben deren mehr entstanden? Oder sind sie in einer von diesen Gegenden erhalten geblieben, während sie in der anderen verschwanden? Oder haben zwischen einzelnen von denselben Austausche stattgefunden, während andere isolirt und dadurch eigenthümlich geblieben sind?

Man muß die Wanderfähigkeit der Lebewesen in Betracht ziehen, um diese Fragen beantworten zu können. Wir haben es zunächst als Axiom von der Biologie zu übernehmen, daß jede einzelne besondere Art nur einmal und an einem Orte entstanden sei und daß sie von letzterem, dem Schöpfungscentrum, aus sich mit der Zeit ausgebreitet habe. Die Größe des Gebietes, über welches sie sich verbreitete, hängt nun theils von der Umgrenzung desselben, theils von den Möglichkeiten der Verbreitung ab, welche der betreffende Organismus in sich selber hat. Was die letzteren anbelangt, so sind die Mittel der Verbreitung, welche die Organismen besitzen, unendlich verschieden. Sehen wir hier vom Menschen ab, der vermöge seines Erfindungsgeistes wohl das wanderfähigste und damit auch wanderlustigste aller lebenden

Digitized by Google

Wesen geworden ist, so sind thätig wandernd nur die Thiere. Wenige Pflanzen, welche Schwärmsporen entwickeln, könnten vielleicht ihnen zugesellt werden. Bei manchen Thieren stellt das Wandern eine instinktmäßige Thätigkeit vor, der sie sich zu bestimmten Zeiten blind hingeben (Zugvögel, Leming, Bison, Meerfische, die im Süßwasser laichen), andere sind durch ihre Nahrungsweise auf den häufigen und oft sehr ausgedehnten Ortswechsel hingewiesen (Grasfresser in zeitweilig trockenen oder schneebedeckten Gegenden, Raubthiere, Walfische). Wieder andere sind von sprichwörtlicher Langsamkeit (Faulthiere, Schnecken, Flußmuscheln), oder selbst fest an den Grund gewachsen (Austern, Ascidien, Korallen). Bei allen aber ist die selbstständige Beweglichkeit eine wesentliche, zum Begriff Thier gehörige Eigenschaft, auch wenn sie nur im jüngeren Lebensalter auftritt, wie es bei vielen niederen Thieren der Fall, um bei fortschreitendem Alter zu verkümmern. Selbst die Crinoiden, Korallen, Schwämme und andere den größten Theil ihres Lebens hindurch festsitzende Thiere sind auf den frühesten Stufen ihrer Entwicklung beweglich gewesen. Begreiflicherweise sind die Leistungen der beweglichen Thiere sehr verschieden. Während die besten Brieftauben 10 Meilen in 1 Stunde machen und starke Flieger wie Fregattvögel volle Tage in dieser Geschwindigkeit ausdauern, während der bengalische Tiger in einem Strich vom Ganges bis zum Amur streift und selbst der Wolf in einer Nacht 20 Stunden leicht zurücklegt, besteht die ganze Lebensleistung einer Auster oder Koralle in ihrem beweglichen Stadium darin, den nicht spannenlangen Weg vom Mutterthier zu einem Platze neben demselben zu machen. Indessen dürfen wir logischerweise nicht unsere Maßstäbe an diese Leistungen legen. Auch diese kleinen Bewegungen schaffen Großes mit der Zeit und so wandern Austernbänke und Korallenriffe über Hunderte von Meilen, indem jede Einzelbewegung ein Glied in der Kette eines steten Vorrückens bildet.

Den Pflanzen ist im Gegensatz zu den Thieren fast nur die leidende, unselbstständige Bewegung gestattet, welche indessen auch in den Wanderungen der Thiere keine kleine Rolle spielt. Man denke an das große Heer der Schmarotzer, die mit ihren Wohnthieren wandern, an die Stürme, welche

Digitized by Google

alljährlich Vögel aus Nordamerika nach Europa verschlagen, an den Transport nordischer Thiere und Pflanzen, sogar des Eisbären, auf Eisbergen, an die Verbreitung von Süßwasserfischen durch Hochfluthen, endlich an die unzählbaren Massen von Keimen, welche in und mit der Luft bewegt werden. Was hier eine Ausnahme von allerdings sehr großer Ausdehnung und weiter Wirkung, das ist bei den Pflanzen Regel. Ihre Samen trägt der Wind über Land und manche sind mit Anhängseln versehen, welche zweckmäßig zur Ermöglichung dieser Bewegung eingerichtet sind (gefiederte oder geflügelte Samen u. dgl.). In ausgedehntem Maße werden die staubfeinen Samen (Sporen) der Flechten und Moose und die Pilzkeime durch die Luft geführt. Die Steppenstürme treiben ganze Büschel von Pflanzen vor sich her. Die Flüsse tragen eine Masse von Keimen, lagern sie am Ufer ab oder säen sie bei Ueberschwemmungen über entlegenere Strecken aus oder führen sie ins Meer. Die Flora der flacheren Theile Deutschlands erhält auf diese Weise beständig Gebirgspflanzen, welche die Alpenflüsse mit sich führen. Im Meer bewirken die Meeresströmungen und die oft mit keimdurchsetzter Erde beladenen Eisberge, sowie das Treibholz ausgedehnte Wanderungen von Pflanzensamen, von welchen allerdings nur die durch dicke Schalen oder anderweit geschützten im Seewasser ihre Keimfähigkeit bewahren. Nach Martens' Untersuchungen behielten von 98 verschiedenen Samen 18 ihre Keimkraft nach 42tägigem Verweilen im Seewasser. Die weite Verbreitung der wohlverwahrten Cocosnuß erklärt sich auf diese Weise. Manche Inseln jungen Alters haben ihre ganze Flora auf diese Art erhalten oder aber durch den Koth oder noch besser den Kropfauswurf beeren- oder samenfressender Vögel. Als bemerkenswerthes Beispiel einer sehr zufälligen und doch gewiß sehr wirksamen Verbreitungsweise kann die von Darwin mitgetheilte Thatsache angeführt werden, daß in den Erdklümpchen, die an Füßen, Schnabel ꝛc. der Vögel haften, nicht selten keimfähige Samen gefunden werden. Auf diese Art können selbst Insekten, welche oft vom Winde so weit vertragen werden, als Verbreiter der Gewächse eine bedeutende Rolle spielen. Aber zu den bedeutendsten Förderern derselben gehört der Mensch. Jedenfalls ist die größte Anzahl

Digitized by Google

der vorhin als kosmopolitisch bezeichneten Thiere und Pflanzen mit dem Menschen und durch ihn gewandert, so vor Allem die Hausthiere, Nutz- und Zierpflanzen, Unkräuter und Ungeziefer. Und schon allein durch diese Wanderungen haben sich weite Gebiete in hohem Grade verändert. Man denke an die Bevölkerung der an großen Thieren so armen Pampas Südamerika's mit Heerden halbwilder Pferde und Rinder oder an die merkwürdig rasche Ausbreitung europäischer Unkräuter in anderen Erdtheilen, wo sie, wie z. B. die Artischokendistel im La Plata-Gebiet den Vegetationscharakter ganzer Länder umgestalten, oder die Aenderung des Landschaftscharakters der Tropenländer mit der Ausbreitung eingeführter Kulturen.

Aber diesen Wanderungen stellen sich natürliche Schranken entgegen. Wir denken dabei nicht an die klimatischen Hindernisse, welche aus tropischen Tiefländern z. B. unsere Getreidearten ebenso bestimmt ausschließen, wie sie die Banane oder das Zuckerrohr verhindern, unter uns heimisch zu werden, sondern vor Allem an Meere und Gebirge, welche die größte Rolle in der Erzeugung der vorhin genannten Unterschiede zwischen Gebieten spielen, die nach Klima und Boden einander ähnlich sind. Indem die europäischen und nordasiatischen Tiefländer eng zusammenhängen, finden wir in ihnen dieselben oder mindestens sehr ähnliche Pflanzen wieder und es erstaunt uns z. B. nicht, wenn wir die Zirbelkiefer der Pyrenäen als Waldbaum am Ochotskischen Meere wiederfinden. Gehen wir aber nach Nordamerika über, das ähnliche Bodengestalt und ähnliches Klima hat, so finden wir zwar eine der unseren sehr nahe kommende Physiognomie der Vegetation, aber meist verschiedene Arten; und wenn wir unsere Wanderung weiter fortsetzen bis nach Gebieten ähnlichen Klima's auf der anderen Halbkugel, z. B. nach Südost-Australien oder Neuseeland, so finden wir selbst nicht mehr physiognomische Uebereinstimmung; und nicht nur die Arten, sondern die Gattungen und Familien sind hier verschieden. Hier sind offenbar die zwischenliegenden Meere als Schranken der Verbreitung aufgetreten. Aber wie kommt es, daß der Unterschied auf der Seite Nordamerika's geringer ist als auf der Neuseelands? Die größere Nähe des letzteren bei Europa

Digitized by Google

und Asien fällt nur zum Theil ins Gewicht, da die Meeresschranken doch noch hinreichend breit sind, um den meisten Lebewesen den Uebergang zu verbieten.

Unser Renthier und Elenthier, welche in Nordamerika wiederkehren, könnten selbst einen Meeresarm von der Breite des Aermelkanals nicht überschwimmen. Wie sind sie also ausgetauscht worden? Doch offenbar nur auf dem Wege fester Landbrücken, welche einst in einer früheren Zeit aus dem Meere aufgetaucht waren und seitdem wieder verschwunden sind. Selbst Großbritannien kann nur auf diese Weise fast alle seine Säugethiere, Reptilien, Amphibien und Süßwasserfische erhalten haben; d. h. dieselben stammen aus einer Zeit, in welcher diese Insel mit dem Festland Europa zusammenhing. Und wenn wir finden, daß gewisse Formen dort nicht vorkommen, die dem übrigen West-Europa eigen sind, so liegt der andere Schluß nahe, daß sie in das letztere erst einwanderten, als die Meeresschranke schon errichtet, als Großbritannien abgelöst war.

Und damit ist ein Grundsatz von großer Tragweite gewonnen. Wir können es nämlich jetzt als Thatsache aussprechen, welche durch die Geschichte des Lebens auf der Erde aufs deutlichste bekräftigt wird, daß die Verbreitung der Thiere und der Pflanzen zu einem großen Theile bedingt wird durch die Verschiebungen, welchen die Erdtheile und Meere in früheren Perioden der Erdgeschichte unterworfen waren und an welchen noch heute die säculären Hebungen und Senkungen (s. Abschn. X) arbeiten. Bald erweitern diese Verschiebungen den Raum, über welchen die Organismen sich auszubreiten vermögen, bald schränken sie ihn ein oder zertheilen ihn in insulare Gebiete. Die Anwendung dieses Grundsatzes in Verbindung mit dem, was wir von der eigenen Wanderfähigkeit der Organismen und von ihrer Abhängigkeit gegenüber den klimatischen und Boden-Einflüssen wissen, läßt kein Räthsel der Pflanzen- oder Thierverbreitung ungelöst. Vor Allem erklärt sich jetzt die im Allgemeinen mit der Entfernung abnehmende Uebereinstimmung der Floren und Faunen, die großen Abweichungen der hochinsularen Verbreitungsgebiete, die Selbstständigkeit gewisser kleinerer Gebiete, wie z. B. Madagaskars gegenüber seinem Nachbarkontinent und endlich

Digitized by Google

die vereinzelten Fälle von Uebereinstimmung über weite Räume hin. Die folgende Aufzählung der Haupt-Verbreitungsgebiete wird oft zu erdgeschichtlichen Erklärungen dieser Art zurückzugreifen haben.

Die Hauptgebiete der Thier- und Pflanzenverbreitung.

Man nimmt heute für die Verbreitung der Thiere folgende 6 Reiche an, welche zuerst von Sclater abgegrenzt worden sind und deren Unterabtheilungen wir nach A. R. Wallace umschreiben.

I. Das paläarctische Reich.

Umschließt Europa, das gemäßigte Asien bis zum Himalaya und Indus, Nordarabien und Nordafrika bis zum Atlas. Von Säugethieren greifen die Affen bei Gibraltar und in Japan nur eben über die Südgrenze. Fast alle Maulwürfe gehören ihr an und von den Raubthieren hat sie die Dachse zu eigen. Ausgezeichnet ist aber ihr Reichthum an eigenthümlichen Hufthieren. 6 Gattungen von Hirschen, worunter Damhirsch, Reh und Moschusthier, und 9 von Rindern, worunter Yak, Gemse, fast alle Ziegen und die Saiga-Antilope gehören ihr zu eigen. Ebenso von den Nagern 6 Maus- und Rattengeschlechter, die Blindmolle, der Siebenschläfer und der Pfeifhase. Unter den Vögeln sind charakteristisch für dieses Reich: Trappen, Wendehals, Häher, die echten Finken (Fringillae), der Reichthum an Auer- und Haselhühnern (4 Gattungen), Fasanen (5), Finken (12), Sängern oder Sylviden (14). Von Wasservögeln ist der Wiesenknarrer bezeichnend. Reptilien weisen 2 Schlangen- und 7 Eidechsen-Geschlechter (Scincus, Hyalosaurus, Psammodromus u. a.) als eigenthümlich auf, Amphibien, 8 geschwänzte, worunter Salamander, Riesensalamander und Proteus, und 8 ungeschwänzte, worunter Unke, Kröte, Geburtshelferkröte und Laubfrosch. Von den 20 Fisch-Geschlechtern sind Aspro, Karpfen, Schleie, Bitterling zu nennen. 13 von ihnen sind karpfenartige. Von den Schmetterlingen sind die Satyriden, Lycäniden und Papilioniden hervorragend vertreten. Der Apollo (Parnassius) gehört zu den Charakterformen. Von Käfern sind Laufkäfer (Carabiden), Bockkäfer, Prachtkäfer, Maikäfer, Rüsselkäfer und Marienkäfer häufig und in vielen eigenthümlichen Formen vertreten. Die Zahl der Käferarten dürfte 20,000 betragen. Landschnecken dürfte es über 1200 Arten geben, von denen mehr als die Hälfte den Geschlechtern Helix und Pomatias angehört.

Provinzen dieses Reiches: 1) Mittel- und Nordeuropa. Charakteristische Formen: Gemse, Saiga-Antilope, Dachs, Spitzmaus, Maulwurf, Igel. 2) Mittelländisches Gebiet. Damhirsch, Zibethkatze, Ichneumon, Gazelle, Hyäne, Stachelschwein, Klippdachs. 3) Nordasien. Yak, Moschusthier, Renthier, Zobel, Vielfraß. Die

Digitized by Google

Kamele sind wahrscheinlich Eingeborene dieser Region. 4) Japan und Nordchina. Aeluropus, ein eigenthümlicher Bär, Nyctereutes, der Waschbärhund, Rhinopithecus, ein Affe Nordtibets, Elaphodus, ein nordchinesischer Hirsch. Zahlreiche Maulwürfe. Fasanen. Riesensalamander. Eine große Zahl eigenthümlicher Karpfen in China.

II. Das äthiopische Reich.

Afrika und Arabien südlich vom Wendekreis des Krebses, sammt Madagaskar und den Maskarenen. Nicht weniger als 9 Säugethierfamilien sind nur diesem Reiche eigen, darunter die seltsamen Halbaffen Chiromyidae, die Giraffen, Nilpferde, Schuppenthiere. Es hat 7 Gattungen von Affen, unter denen Gorilla, Schimpanse, Pavian hervorragen, 9 Gattungen von Halbaffen, mehrere Zibethkatzen, zahlreiche Antilopen, 13 Gattungen Mäuse. Elephanten, Nashörner, große Raubthiere des Katzengeschlechtes, Hyänen sind ihm nicht ausschließlich eigen, aber in besonderen Arten vertreten. Ebenso bezeichnend ist aber auf der anderen Seite das Fehlen von Bären, Kamelen, Hirschen, Ziegen, Schafen, Rindern, Schweinen, Maulwürfen. Von Vögeln sind 54 Familien vertreten, von denen die Musophagiden oder Pisangfresser und die Ploceiden oder Webervögel eigenthümlich und bezeichnend sind. Auch Perlhühner, Strauße, Sekretärvögel sind bezeichnend und häufig sind auch Würger, Krähen, Staare, Fruchtdrosseln, Kukuke, Bienenfresser, Nashornvögel und Ziegenmelker; dagegen sind Papageien und Tauben schwach vertreten. Von Reptilien sind 3 Schlangen- und 1 Eidechsenfamilie dem Reiche eigen. Reich entwickelt sind die Psamophiden oder Wüstenschlangen und die Vipern, sowie die Scinken, Agamen und Geckos von den Eidechsen. Das Chamäleon gehört diesem Reiche an. Amphibien sind schwach vertreten. Nur eine Krötenfamilie ist stark vertreten. Geschwänzte Amphibien fehlen fast. Von Fischen (15 Familien) sind 3, worunter die Nilhechte (Gymnarchus) und die knochenbekleideten Ganoiden Polypterus eigenthümlich. Von den Insekten sind die Schmetterlinge besonders stark in Nymphaliden, Lycäniden und Papilioniden vertreten, aber man kennt von ihnen nur 750 Arten, was bei der Dürre und aber auch der Unbekanntheit des Landes kaum zu wundern. Von Käfern sind Rosenkäfer (64 eigene Gattungen), Prachtkäfer, Carabiden am häufigsten. Die Bockkäfer (216 eigene Gattungen) sind minder zahlreich als in anderen Tropengegenden. Von Landschnecken kennt man gegen 600 Arten. Achatina findet hier ihren Mittelpunkt. Einige Arten gehören zu den größten, die man kennt.

Provinzen: 1) Ost- und Mittelafrika umschließt Sahara, Sudan, Ostafrika bis Mozambique und reicht quer durch den Kontinent mit einem Streifen, der an die Westküste vom Congo bis zur Walfischbai reicht. Paviane, Nilpferde, Giraffen, Antilopen, Katzen, Hyänen. Kahnschnabelreiher (Balaeniceps) des Nil. 2) Westafrika reicht an der Küste vom Gambia bis zum Congo und binnenwärts bis zur Wasserscheide des Uelle. Gorilla, Schimpanse, Potamogale, Flußschwein (Potamochoerus), Zibethkatzen, die grauen Pittaciden, Perlhühner, Turacos. An die indische und malayische Thierwelt erinnern viele Formen.

Digitized by Google

3) Südafrika. Die Grenze verläuft von der Walfischbai nach Mozambique. Die eigenthümlichste der äthiopischen Provinzen. Neben den in den anderen Provinzen vertretenen großen Raubthieren, Zibethkatzen, Dickhäutern, Giraffen und Antilopen treten hier als ganz eigenartig der Hyänenhund (Lycaon), der langohrige Fuchs (Megalotis), der zwischen Hyänen und Wieseln stehende Proteles, 3 Viverren, die Antilope Pelea und mehrere Nagethiere hervor. Die Zebras sind bezeichnend. Die Eidechsen und Insekten sind gleichfalls reicher als in einer anderen Provinz des äthiopischen Reiches vertreten. 4) Madagaskar und die Maskarenen. Von 65 Säugethierarten sind 34 Halbaffen und 11 Insektenfresser und 56 sind diesem Gebiete eigen. Dagegen fehlen alle Raubthiere mit Ausnahme der Viverren, alle Hufthiere mit Ausnahme des Flußschweines, alle Affen und Dickhäuter. Außerordentlich reich an Vögeln. Die Reptilien bieten großentheils mehr Aehnlichkeit mit indischen als mit afrikanischen Formen, einige sind sogar mit amerikanischen nahe verwandt.

III. Das indische Reich.

Vorder- und Hinterindien, Südchina, Malayischer Archipel bis Celebes und Lombok (mit Formosa). Unter den Säugethieren sind die Affen nirgends reicher vertreten als hier, wo der Orang-Utan, die langarmigen und Nasenaffen und zahlreiche Meerkatzen heimisch sind. Von den Halbaffen sind die eigenthümlichen Gattungen Tarsius und der fliegende Lemur (Galeopithecus) vorhanden. An Raubthieren sind außer den weitverbreiteten großen Katzen, den Wölfen, Füchsen, die Zibethkatzen (10 eigenthümliche Gattungen), die Bären und die Marder in sehr eigenthümlichen Formen vertreten. Der Ganges hat seinen eigenen Delphin. Viele wilde Rinder, Büffel und Hirsche, aber wenige Antilopen und Ziegen. Von Vögeln sind die Timaliidae, Königskrähen, Sonnenvögel, Staare, Kukuke, Eisvögel, Nashornvögel, Tauben, Hühner am meisten eigenthümlich entwickelt und am häufigsten. Unter den Reptilien sind die Schlangen (Python, Cobra, Peitschenschlangen), dann die Krokodile (Gavial), die Eidechsen (Varaniden) durch zahlreiche eigene Formen vertreten. Die Schmetterlingsfauna ist wunderbar reich und glänzend. Danaiden, Hestien, Nymphaliden, Lycäniden, Pieriden ragen hervor, aber die Papilioniden sind nirgends eigenthümlicher und glänzender entfaltet. Von den zahllosen Käfern sind die Buprestiden und Bockkäfer (360 Gattungen, wovon 250 eigenthümlich!) am hervorragendsten.

Provinzen. 1) Hindostanische Provinz: Vorderindien bis zur Krischna. Wenig Eigenthümliches, viel äthiopische und paläarctische Formen. Meerkatzen, Wickelbär (Paradoxurus), Moschushirschchen (Tragulus) und mehrere Hirsche, Platanista, Gavial. 2) Ceylon und Südindien. Der eigenthümliche Halbaffe Loris, eine Reihe von ca. 80 eigenthümlichen Vogelarten, die ganze Schlangenfamilie der Uropeltidae, zahlreiche, mehr an malayische oder hinterindische als eigentlich indische Formen erinnernde Insekten. Es scheint ein alter Zusammenhang mit Madagaskar und ein neuerer mit dem malayischen Archipel angenommen

Digitized by Google

werden zu müssen. 3) Indochinesische Provinz: Süd-Himalaya bis Srinagar und Hinterindien mit Südchina, aber ohne die Malakka-Halbinsel. Der merkwürdige Bär Aelurus, Urva, Arctonyx, von Vögeln prachtvolle Fasanen (Ceriornis), von Reptilien vorwiegend Arten malayischer Gattungen. Unter den Insekten sind besonders die Schmetterlinge im Himalaya ungemein prächtig entwickelt, am meisten die Papilio, Nymphaliden, Pieriden und Morphiden. Nur Südamerika kann sich hierin mit ihm vergleichen. Große Cetoniiden und Phasmiden bilden einige der Charakterformen dieser Fauna. Die palaearctischen und malayischen Anklänge sind unverkennbar. 4) Indo-Malayische Provinz. Der malayische Archipel mit der Nordgrenze bei Tenasserim und den Nordinseln der Philippinen und einer Ostgrenze, welche zwischen Borneo und Celebes und zwischen Bali und Lombok durchgeht. Echt tropische Region mit einer Menge großer und schöner Thierformen: Orang-Utan, die Halbaffen Tarsius und Galeopithecus, Helarctos, Tapirus, die Baumspitzmaus Ptilocerus sind hervorragende eigenthümliche Formen. Außerdem wird durch Tiger, Elephanten, Hirsche, Wildschweine, Rhinoceronten u. a. große Säugethiere der Gesammtcharakter dieser Fauna ein viel kontinentalerer als sonst irgend auf Inseln zu finden. Allerdings ist das Meer, das die 3 größten dieser Inseln trennt, großentheils ein seichtes, das an vielen Punkten nicht tiefer als 70 Faden. Unter den Vögeln sind die Nashornvögel, Tauben, Fasanen (Argus, Euplocomus) und als australischer Anklang die Megapodidae zu nennen. Unter den Reptilien und Fischen sind die orientalischen Beziehungen schärfer ausgeprägt als die Eigenthümlichkeiten. Dagegen ist die Insektenfauna sehr reich und eigenthümlich. Unter den 650 Schmetterlingsarten sind Zeuxidia und Thamaulis durch Größe, zahlreiche Papilioniden durch Schönheit ausgezeichnet. Die Bockkäfer sind ungemein entwickelt. An Landschnecken sind die Philippinen mit 400 Arten am reichsten von allen.

IV. Australisches Reich.

Umschließt Australien und Polynesien sammt den Hawaiischen Inseln und Marianen. Im Westen durch eine Linie zwischen Borneo und Celebes und Bali und Lombok abgegrenzt. Grundzug ist das Fehlen der höheren Säugethiere mit Ausnahme von Fledermäusen, Mäusen und vom Menschen eingeführten Thieren, und ihr Ersatz durch Beutelthiere, die mit Ausnahme einer einzigen Gattung, dem amerikanischen Opossum, diesem Reiche eigen, und durch die Monotremen (Schnabelthiere). Die Beutelthiere sind hier dafür fast nach allen denkbaren Seiten entwickelt: als Raubthiere, Grasfresser, Fruchtfresser, Nager u. s. f. Unter den Vögeln fehlen die Finken, Spechte, Geier, Fasanen. Dafür sind von eigenthümlichen Familien vorhanden Paradiesvögel, Leierschwänze, Honigsauger (Meliphagidea), Kakadus, Erdsittiche (Platycerciden), Pinselzungen (Trichoglossiden), Kasuare, Megapodidae. Ungewöhnlich zahlreich sind die Tauben, Eisvögel und Webervögel. Unter den Reptilien fehlen die Krokodile. $^2/_3$ aller Schlangen gehören den giftigen Elapiden an, so daß Australien verhältnißmäßig reicher an Giftschlangen ist als

Digitized by Google

irgend ein anderes Reich. Tasmanien hat z. B. 3 Schlangen, die sämmtlich giftig. Geschwänzte Amphibien fehlen, während die anderen häufig sind. Unter den Süßwasserfischen ist der alterthümliche Ceratodus merkwürdig. Cyprinen und Cyprinodonten fehlen ganz. Schmetterlinge sind spärlich vertreten (Südaustralien 34, Queensland ca. 100 Arten). Bemerkenswerth ist das Vorkommen südamerikanischer Formen in Polynesien. Von Käfern sind die Buprestidae am reichsten vertreten. Von ca. 1200 Landschnecken dieses Reiches gehören der australischen Provinz 300, der polynesischen 600.

Provinzen: 1) Austra-Malayische Provinz. Oestlicher malayischer Archipel von Celebes und Lombok an, Neuguinea und umliegende Inseln (westlich bis San Cristoval). Arm an Säugethieren: 79 Gattungen Beutelthiere, je 1 Gattung Schwein und Ratte, dagegen sind schon jetzt 136 Gattungen mit 350 Arten Landvögel bekannt, wovon 300 eigenthümlich. Ihnen gehören die Charakterformen an: Kasuare, Paradiesvögel, Honigsauger, Kakadus, Grassittiche und Pinselzungen haben hier ihre eigentliche Heimath. Die Fauna verarmt von Neuguinea westwärts und nimmt malayische Formen auf. 2) Australische Provinz. Australien und Tasmanien. Von 160 Gattungen Säugethieren sind 102 Beutelthiere, 31 Mäuse, 23 Fledermäuse, 2 Monotremen und 1 Hund. Man kennt 485 Gattungen Landvögel, unter denen einige Paradiesvögel und Leiervögel, 60 Papageien, 24 Tauben, Kasuare hervorragen. 3) Polynesische Provinz. Säugethiere außer Fledermäusen fehlen gänzlich, Reptilien sind sehr spärlich und die Vögel sind über die weite Erstreckung von den Marianen bis zu den Marquesas, über 1000 Meilen, höchst einförmig. Unter den letzteren sind australische und malayoaustralische Formen vorwiegend, am meisten Tauben, Eisvögel, Honigvögel, Erdpapageien, Pinselzungen. Alle sind gute Flieger, die über Meere gewandert sind. Die entferntesten dieser Inseln, die Hawaiischen, haben auch die meisten eigenthümlichen Vogelgattungen (8 von 10) und außerdem 300 eigenthümliche Landschnecken der eigenthümlichen Familie Achatellina. Von Reptilien kennt man 14 Gattungen Eidechsen und 4 Gattungen Schlangen. 4) Neuseeländische Provinz. 2 Fledermäuse sind die einzigen Säugethiere. Außerdem kennt man 47 Arten Landvögel in 34 Gattungen, wovon 16 eigenthümlich. Ihnen gehört die alterthümliche Form Apteryx an. Charakteristisch ist auch eine eulenartige nächtliche Papageiform. Schlangen fehlen. Nur 1 Frosch ist bekannt. Höchst merkwürdig ist das eine einzige Ordnung bildende (Rhynocephalina) Reptil Hatteria, welches zwischen Krokodilen und Eidechsen steht. Unter 15 Arten Süßwasserfischen kommt hier der einzige Salmonide der Südhalbkugel vor. Die Insekten sind arm vertreten. Nur 11 Schmetterlinge, 300 Käfer sind bekannt. Dagegen sind 114 Arten Landschnecken bekannt, von denen 87 allein von den Chathams-Inseln.

V. Das neotropische Reich.

Südamerika, Westindien und Mexiko bis zum Wendekreis. „Reichthum combinirt mit Isolirtheit ist der vorherrschende Charakterzug der neotropischen Zoologie" (Wallace). Demgemäß große Anzahl eigen-

Digitized by Google

thümlicher Gruppen bei großem Artreichthum. Sämmtliche Affen gehören zu denen mit niederer Nasenscheidewand (Platyrhinen), die sonst nirgends vorkommen, so sind auch die Löwenäffchen eine besondere Familie, ebenso von den Fledermäusen die Vampyre, dann die Chinchillas und Meerschweinchen unter den Nagern, die Faulthiere, Gürtelthiere und Ameisenbären, die Opossums und Waschbären. Als Charakterformen sind noch zu nennen die Lama's, Tapire, Pekaris. Große katzenartige Raubthiere, wenn auch nicht in der Größe wie in der Alten Welt, sind vorhanden. Aber es fehlen die Zibethkatzen, die großen Bären, die Rinder, Ziegen, Schafe, Antilopen, die Halbaffen und fast alle Insektenfresser. Von Vögeln sind nicht weniger als 23 Familien vorhanden, welche auf dieses Gebiet beschränkt sind mit 600 Gattungen! Ein beispielloser Reichthum. Man kann die Pipridae, Formicariidae, Bucconidae, Ramphastidae (Pfefferfresser), Steatornithidae, Todidae (Plattschnäbel), Galbulidae (Jacamares), Aramidae (Aras-Papageien), Psopheidae (Palamedes-Hühner), Cracidae (Hokko-Hühner), Tinamidae (Steiß-Hühner), als besonders bezeichnend hervorheben. Die Kolibris (400 Arten), die Pyramidae, Tanagridae, Icteridae theilt dieses Reich nur mit Nordamerika, sie finden aber hier ihre größte Entwicklung. Von Reptilien sind 6 Familien eigenthümlich. Von den Schlangen sind Boa, Elaps, Epicrates, Dromicus bemerkenswerth, von den Eidechsen Ameiva, Gymnophthalmus, zahlreiche Iguanen, Sphärodactylus; die Krokodile sind durch Alligator und Crocodilus vertreten, die Schildkröten durch eigenthümliche Flußschildkröten (Podocnemys), welche im Amazonenstrom die Größe von Riesenschildkröten erreichen. Unter den Amphibien sind die schlangenartigen Cäcilien, dann zahlreiche Frösche und Baumfrösche zu nennen. Die salamanderartigen sind spärlich. Von Süßwasserfischen kennt man schon 120 eigene Gattungen. Hervorragend sind die elektrischen Aale (Gymnotus), die Süßwasserrochen (Trygonidae), und die Polycentridae. Am stärksten vertreten die Welse, die Characidae. Die Insekten-Fauna ist in Schmetterlingen zahlreicher und schöner hier vertreten als irgendwo. Von 16 Familien, die man überhaupt kennt, kommen 13 vor und ebenso fast die Hälfte aller Gattungen. Die 4 eigentlichen Familien der Heliconiden, Eurygoniden, Erycinden und Brassoliden umfassen allein 800 Arten. Einige von den letzteren, sowie die Gattungen Hätera und Morpho umschließen vielleicht die glänzendsten und größten Entfaltungen des Schmetterlingstypus. Von den Käfern sind überwältigend reich die Bockkäfer (über 500 Gattungen) entwickelt, reich auch die Hirsch-, Pracht- und Laufkäfer, weniger die Rosenkäfer. An Landschnecken ist wahrscheinlich die neotropische Region die reichste.

Provinzen: 1) Brasilianische Provinz. Umschließt die tropische Waldregion Südamerika's. Als Charakterformen sind hervorzuheben die Hapaliden, die Otter Pteronura, der Südwasserdelphin Inia, Tapirus, das Capybara, der große Ameisenfresser, der Regenschirmvogel (Cephalopterus), Bartkolibris, Trompetervogel (Psophia). 2) Chilenische Provinz. Umfaßt den gemäßigten Theil Südamerika's vom Feuerland bis zum La Plata. Charakterformen: die Chinchillas, Viscachas, Lamas und Alpacas, der Brillenbär, das Gürtelthier Chlamydophorus, der amerikanische Strauß (Rhea). Auffallend ist die geringe Zahl der

Digitized by Google

Schmetterlinge (etwa 80 Arten). 3) Mexikanische Provinz. Von Panama bis zur Nordgrenze des Reiches. Charakterformen: Der Tapir Elasmognathus, der Waschbär Bassaris, Nasenbär, Baumstachelschwein, das Gürtelthier Tatusia, Didelphys. 4) Westindische Provinz. Arm an Säugethieren, von denen alle Affen, Raubthiere, Hufthiere und Edentaten fehlen. Stark vertreten die Fledermäuse, Nager und Agutas (Solenodon), eine eigenthümliche Gattung der Insektenfresser, Plattschnäbel (Todidae), die Klapperschlangen fehlen. Die Insekten-Fauna scheint arm. Ueberwältigend reich ist dagegen die der Landschnecken, denn diese Inseln besitzen allein ebensoviel Arten wie das ganze übrige Amerika.

VI. Das nearctische Reich.

Nordamerika nördlich vom Wendekreis. Ein schmaler Streif dieses Reiches erstreckt sich auf der mexikanischen Hochebene bis zur Landenge von Tehuantepec. Das Reich ist im Vergleich zur paläarctischen Region ärmer an Säugethieren, Vögeln und Reptilien, reicher an Amphibien und besonders an Fischen. Von Säugethieren fehlen Affen und Halbaffen. Bemerkenswerth sind die Dachse Taxidea, das Stinkthier Spilogale, die Otter Latax, die pacifischen Seehunde Halichyon und Eumetopis, die gabelhörnige Gemse Antilocapra, der Bison, der Moschusochse, der Präriehund, die Erdeichhörnchen, die Taschenratte, die Hesperomyiden. Unter 168 Gattungen von Landvögeln ist etwa $^1/_3$ typisch, die anderen sind neotropisch und paläarctisch. Unter den Reptilien sind die Klapperschlange, die Hornfrösche (Phrynosomen), Glasschlangen (Ophisaurus) und Chirotes, die Trionychiden, unter den Amphibien die geschwänzten Sirenen, Amphiuma, Menobranchus, 9 Gattungen Salamandriden bemerkenswerth. Die Süßwasserfische sind in 24 eigenthümlichen Gattungen vertreten. Hervorzuheben der Stör Scaphirhynchus, der Knochenhecht Polypterus im Mississippi. In der Insektenwelt sind die paläarctischen Verwandtschaften hervortretend. So z. B. sind alle Hirschkäfer von europäischem Typus. Von Schmetterlingen kennt man 500 Arten, also mehr als aus Europa. Von Landschnecken 240, fast alles Lungenschnecken, wovon genau $^1/_3$ der Gattung Helix angehörig. An Süßwasserschnecken und -muscheln ist Nordamerika reicher als irgend ein Theil der Erde. Man kennt gegen 1000 Arten, wovon über die Hälfte Unionen.

Provinzen: 1) Californische Provinz. Pacifisches Küstengebiet sammt Sierra Nevada von der Colorado-Mündung bis zum 52. Grad. Charakterformen: Grizzly-Bär, Bassaris, der Maulwurf Urotrichus, die See-Otter Enhydra, die Haubenwachtel Oreortyx, das Haselhuhn Pediocaetes. 2) Felsengebirgs-Provinz. Das Hochland des Westens vom 16. bis 55. Grad n. B., bezeichnet durch merkwürdige Hochgebirgs- und Steppen-Säugethiere: Bison, Gabelgemse, Bergziegen, Bergschaf, Präriehund, Taschenratten. 3) Alleghany-Provinz. An die ebengenannte östlich anschließend, im Norden durch den St. Lorenz und die Seen abgetrennt. Sternmulle (Condylura), Scalops, Amerikanischer Dachs, Waschbär, Opossums, Taschenratten; die Wandertaube, das

Digitized by Google

Haselhuhn Cupidonia, der einzige nordamerikanische Papagei Conurus. Klapperschlangen, Glasschlangen, Weichschildkröten (Chelydra, Trionyx). Von geschwänzten Amphibien Siren, Menobranchus, Amphiuma, Salamandriden. Größter Fischreichthum dieses Reiches. 4) Canadische Provinz. Rest des Erdtheiles nördlich von den genannten Provinzen. Eigenthümlich dieser Provinz sind Moschusochse, Wapiti (Canadischer Edelhirsch), Moosebeer (Elenthier); Springmaus (Jaculus); mit dem paläarctischen Gebiete gemein Renthier, Leming, Vielfraß, hoch im Norden Eisbär und Eisfuchs.

Für die Pflanzen, als die weniger verbreitungsfähigen und viel mehr von den Umständen ihrer Umgebung beeinflußten Geschöpfe, können die Verbreitungsgebiete enger umschrieben werden als für die Thiere. Es sind ihrer nach der Eintheilung Grisebachs 24, welche in folgender Weise gegen einander abgegrenzt und charakterisirt werden können.

I. Arctisches Gebiet.

Grenzen im Norden unbestimmt, im Süden die Waldgrenze der nördlichen Halbkugel. Die Wirkungen der eigenthümlichen Lebensbedingungen der arctischen Flora haben wir oben kennen gelernt (S. 333). Armuth an Arten und kümmerliche Entwicklung der Individuen ergeben sich unter dem Druck dieser harten Bedingungen als die durchgehenden Merkmale derselben. Das ganze Gebiet hat etwa 700 Arten, davon in Island 450, Westküste Grönlands 323, Taimyrland 124, Spitzbergen 93, Melville-Insel 60 Arten. Alle Bäume und größeren Sträucher fehlen. Die mittlere Höhe aller Pflanzen in Taimyrland, wo es nur 8 Sträucher gibt, gab Middendorf zu 5 Zoll an, dagegen den mittleren Durchmesser der Blüthen zu 5 Linien. Sehr vorherrschend sind Flechten und Moose, welche über Tausende von Quadratmeilen die Tundren fast ausschließlich zusammensetzen. Unter den Gräsern walten Cyperaceen und Caricinen vor. Von Kräutern sind Alpenmohn, blaublüthiges Polemonium, Silenen, Steinbreche, Zwergkresse (Draba), unter den Sträuchern Zwergweide, Zwergbirke, Moosbeere, Andromeda und eine Alpenrose zu nennen. In diesem Gebiete Provinzen zu unterscheiden, geht nicht an, da die Aehnlichkeit der Floren der verschiedenen arctischen Gebiete eine zu überwiegende ist. Sie bilden eine einzige Circumpolarflora. Grönland zählt nur 6 Arten, die nicht auch in den arctischen Gebirgen der östlichen Halbkugel heimisch sind.

II. Altweltliches Waldgebiet.

Grenzen: Im Norden die Waldgrenze vom Nordkap bis zur Bucht von Anadyr. Im Süden eine Linie, welche am Südabhang der Pyrenäen, der Alpen und des Balkan läuft, am Nordrand des Schwarzen Meeres bis zum Dnjepr, von hier bis zur Wolga bei Samara und

Digitized by Google

von da im Allgemeinen längs des 50. Breitegrades auf die Mitte von Sachalin. Dieses Gebiet ist vor Allem durch seinen Waldreichthum ausgezeichnet, der im Norden seiner Erstreckung hauptsächlich aus Nadelhölzern (12 Arten) und zwar vorwiegend aus Föhren, Fichten, Tannen, im Süden neben diesen aus Laubhölzern (67 Arten ohne die Weiden) sich zusammensetzt, unter denen Birken, Erlen, Espen, Weiden, Eichen, Buchen, Ulmen, Ahorne, Linden am häufigsten sind. Mit wenigen unbedeutenden Ausnahmen sind diese Bäume laubabwerfend. Das Unterholz der Laubwälder bilden Sträucher (die Rosaceen Prunus, Rosa, Rubus, Cratägus, Haselnuß, Rhamnus) und einige Schlingpflanzen (Hopfen, Epheu), beide indessen wenig hervortretend. Den Wald unterbrechen Haiden, im Ganzen in nicht sehr großer Ausdehnung, die sich vorwiegend aus Eriken (Erica, Calluna) zusammensetzen, außerdem Wiesen, rasenbildende Gräser, unter denen eigentliche Gramineen vorwalten und Torfwiesen, auf denen das verbreitetste Gewächs das Laubmoos Sphagnum neben Cyperaceen und Juncaceen ist. Eine den Steppen verwandte Vegetation, aus Graswiesen bestehend, sind die Pußten des mittleren Donautieflandes, welche indessen von anderen Gräsern gebildet werden als diejenigen Osteuropa's und Mittelasiens (Andropogon, Bromus). Die zahlreichen Gebirge dieses Gebietes sind in ihren höheren Abschnitten durch eine große Zahl von gemeinsamen Gewächsen ausgezeichnet, welche auch mit arctischen Gewächsen Uebereinstimmung oder Aehnlichkeit zeigen. Die Waldgrenze liegt in den deutschen Mittelgebirgen bei 1200—1500, in den Alpen bei 1800—2000, in den Pyrenäen bei 2300 Meter. Von den Nachbargebieten sind es das Mittelmeer-, das Steppen- und das ostasiatische Gebiet, welche die größte Zahl von Arten an dieses Waldgebiet abgegeben haben.

III. Mittelmeer-Gebiet.

Umfaßt die Küstenländer des Mittelmeeres und die drei südeuropäischen Halbinseln. Hauptcharakterzug ist das Ueberwiegen von Bäumen und Sträuchern mit immergrünen Blättern, deren Vorwalten unter entsprechendem Zurücktreten der laubabwerfenden die lange Vegetationsperiode andeutet, welche das mildere Klima erlaubt. Immergrüne Eichen, Judendorn und Stechpalme sind unter den einheimischen, die Citronengewächse und Oelbaum unter den eingeführten die hervorragendsten immergrünen Bäume. Zahlreicher sind aber die immergrünen Sträucher, in welche übrigens auch diese Bäume leichter übergehen als die unseren. Die Oleanderform (Oleander, Ciftrosen, Rhododendren, Haidekräuter), die Myrthenform (Myrthe, Buchs, Pistacie), die blattlosen Pfriemen (Spartium), die aromatischen Labiaten Rosmarin, Thymian, Lavendel, endlich die Dornsträucher (Stechpalme, Palmirus, Rosen, Astragalus) bilden eine in dem Waldgebiete nur erst angedeutete Vegetationsform, welche durch gedrängtes, dickichtartiges Wachsthum zahlreicher Sträucher bezeichnet ist, die dabei meterhoch werden können. Dieses Dickicht wird mit einem spanischen Worte Maqui genannt. Es bedeckt wie mit einem dichten graugrünen Teppich besonders dicht die Hügel und Berge. An laubabwerfenden Baumformen sind die zahme

Digitized by Google

Kastanie, der Johannisbrotbaum (Ceratonia), die Manna-Esche, Ulme, Platane, Feigenbaum und die eingeführten Mandel-, Granat-, Maulbeerbäume u. a. zu nennen. Von Nadelbäumen sind Föhren, Wachholder, Cypressen und Cedern sowohl an den Küsten als in den Höhen weit verbreitet. Aus der Palmengruppe ist von Bäumen die Dattelpalme im südlichen Theile dieses Gebietes heimisch, während die strauchförmige Zwergpalme (Chamaerops) wildwachsend bis Valencia, Capri, Brindisi und Durazzo vorkommt. Eingeführt und verwildert sind von tropischen Formen noch die Opuntie und Agave, die bis Botzen gehen. Tropische Aehnlichkeit tritt auch in der größeren Häufigkeit der Schlinggewächse und dem höheren Wachsthum der Rohrgräser (Arundo, Sorghum, Papyrus) hervor. Wiesenmatten sind bei der scharfen Sonderung trockener und nasser Jahreszeiten von geringer Ausdehnung. Schönblühende Zwiebelgewächse und große Krautgestalten (Acanthus) verschönern dieselbe.

IV. Steppen-Gebiet.

Innerasien mit dem Innern Kleinasiens und Syriens und mit Südosteuropa bis zum Dnjepr. Durch Trockenheit, welche durch weite Ausdehnung der Flachländer befördert wird, geht der Baumwuchs zurück, ebenso die Gesträucher, und die vorwaltende Vegetationsform wird die gras- und krautbewachsene Steppe. Organe zur Aufspeicherung der Säfte kommen bei Fettpflanzen und Zwiebelgewächsen, zum Schutz gegen Verdunstung bei haar- und dornbedeckten zur Entwicklung. Stark ist die Entwicklung ätherischen Oeles, der möglicherweise gleichfalls eine schützende Bedeutung zukommt. Unter den höherwachsenden Pflanzen ist die einem Bündel grüner Reiser gleichende Gestalt des Saxaul (Haloxylon) bis 6 Meter hoch. Blattlose Pfriemen und Chenopodiaceen, dornige Traganthsträucher, Rosen, Alhagi (Kamelfutter), Acacien, hochwüchsige, saftige Stauden von sehr kurzer Vegetationsdauer (Rhabarber, Doldengewächse, Euphorbien), endlich aromatische holzige Kräuter (Artemisia) sind die charakteristischsten Formen der Steppe. Unter den Gräsern sind Stipa und Festuca am häufigsten, sie bilden indessen gewöhnlich keinen dichten Rasen und vertrocknen rasch. Unter den zahlreichen, rasch sich entwickelnden einjährigen Gewächsen sind Zwiebel- und Kürbisgewächse und Kreuzblüthler am häufigsten. Endlich sind Salzpflanzen aus den Gruppen der Chenopodien, Tamarisken u. a. stark vertreten. In den Gebirgen dieses Gebietes zieht ein Waldgürtel aus Föhren und Wachholder zwischen 1200 und 2400 Meter, an welchen bis zur Schneegrenze, die in dem trockenen Klima sehr hoch liegt, sich Matten anschließen, welche den Steppencharakter nicht ganz verläugnen.

V. Chinesisch-japanisches Gebiet.

Vom Amur bis zum Sikiang und binnenwärts bis zum Kukunor, die Südhälfte Sachalins, die Kurilen und die Inselkette von Japan bis mit Formosa. Eine hauptsächlich aus nordasiatischen und indischen Formen gemischte Pflanzenwelt, die indessen in ihrer Uebergangsstellung

Digitized by Google

durch eine erhebliche Zahl eigenthümlicher Gewächse und außerdem durch das bemerkenswerth weite Hinaufreichen tropischer Formen ausgezeichnet ist, wie es sonst in gemäßigtem Klima nicht zu finden. Halbtropisch ist schon die Fülle und Mannigfaltigkeit der baumartigen Gewächse. Die Zahl der Bäume und Sträucher verhält sich in Japan zu allen übrigen Gewächsen wie 1:3, und sind darunter so tropische Formen wie Lorbeeren mit 26 und Bambusen mit 14 vertreten, während die Nadelhölzer mit mehr als 30 Arten erscheinen. Unter den letzteren erinnern Föhren und Tannen an nordische Formen, Cypressen und Cedern an mittelmeerische, aber Gingko und Podocarpus sind ganz eigenartige, sonst nirgends wiederkehrende Nadelhölzer mit breiten Blättern. Unter den Laubbäumen sind die immergrünen stark vertreten. Von den laubabwerfenden sind Ahorne am häufigsten, dann Buchen, Ulmen (das berühmte Bauholz Kiaki), Kastanien. Unter den Sträuchern sind die Kamellien so häufig, daß man sogar das ganze Reich nach ihnen genannt hat, daneben Rhododendren, Buchs. Der Theestrauch ist nicht zu vergessen. Magnolien gehen bis Jesso, der Pisang bis Chusan. Die Sträucher bilden kein Dickicht, sondern Buschwälder bis zu 10 Meter Höhe. Palmen gehen in Baumform bis Tschekiang und Yeddo. Von den sehr häufigen Araliaceen ist der Ginseng liefernde Panax, und die das Reispapier liefernde Fatsia zu nennen. Die Waldgrenze reicht am Fusiyama bis 2600 Meter. Den gesammten Artenreichthum dieses Gebietes kann man auf etwa 6000 schätzen.

VI. Indisches Monsun-Gebiet.

Vorder- und Hinterindien sammt Südchina bis zum Sikiang, aber ohne das untere Indusland, bis Bombay herab, Ceylon, Malayischer Archipel, Neu-Guinea und Polynesien nördlich von Neu-Caledonien und den Fidschi-Inseln. Echt tropisches Gebiet, welchem an Fülle und Mannigfaltigkeit des Pflanzenwuchses nur das tropische Südamerika verglichen werden kann. Die häufigsten Familien sind Leguminosen, Rubiaceen, Orchideen, Urticeen, Gramineen. Von Palmen kennt man in beiden Gebieten ungefähr gleichviel. Mit die schönsten und größten sind die Cocospalme, bis über 30 Meter, und die Corypha, durch ihren Nutzen ausgezeichnet; nutzbar sind auch die Betelpalme (Areca), und die Sagopalmen (Metroxylon). Die Rotangpalmen oder Palmlianen klettern schlingpflanzenartig. Die Bambusen erreichen über 40 Meter Höhe und $^1/_3$ Meter Dicke. Die an Yucca Amerika's erinnernde Pandanusform ist durch ihre Rosetten von starren Schilfblättern und ihre starken Luftwurzeln ausgezeichnet. Die Musa's (Bananen, Pisang) und Baumfarne gehören den feuchten und kühleren Regionen an. Jene gehen in Java bis 2000 Meter, diese beginnen erst bei einigen Hundert Metern und gehen bis über 3000 Meter. Unter den zahllosen Laubbäumen, die den Hauptbestand der tropischen Wälder ausmachen, sind wenige durch große Höhe ausgezeichnet. Die Durchschnittshöhe der javanischen Waldbäume ist etwa 25 Meter. Zu den höchsten gehört der Gurjun (Dipterocarpus) Hinterindiens mit 70, und die den Platanen verwandte Rasamala mit 50 Meter. Die indische Feige oder Banyane ist anderer-

Digitized by Google

seits durch ihre Breitenausdehnung hervorragend, die durch starke Luftwurzelbildung ausgezeichnet ist; aus einem einzigen Baum geht auf diese Art ein ganzer Wald hervor. Durch baumförmige Vertreter ausgezeichnet sind vor allen die Familien der Rubiaceen, Urticeen, Anonaceen, Myrtaceen, Magnoliaceen, Laurineen. Die große Mehrzahl ist immergrün. Unter den laubabwerfenden ist der Tickbaum (Tectonia) aus der Familie der Verbenaceen nennenswerth. Die Mimosen sind in den dürreren Theilen der Region am häufigsten. In den Gebirgen sind Föhren häufig. Eigenthümlich ist das schmalblättrige Nadelholz Podocarpus und die an Nadelholz erinnernde bergbewohnende Casuarine. Zahllose Gewächse werden parasitisch, die anderwärts nur selbstständig auftreten, so Rhododendren, Solanaceen, Urticeen, Scitamineen. Aroideen und Orchideen ziehen diese Weise des Vorkommens vor und die letzteren gehen in Sikkim bis 3300 Meter. Bemerkenswerth sind die entschiedenst parasitischen Loranthaceen und die mit fast 1 Meter großen Blüthe versehenen Rafflesien. Unter den Kräutern sind die schönblüthigen Scitamineen (Canna), Aroideen, Lilien, Ingwerarten zu nennen. Saftreiche Euphorbien vertreten die Cactusform. Unter den Wasserpflanzen sind die Lotusblumen durch ihre mythologische Bedeutung hervorragend. Unter den Vegetationsformen ist das schwer durchdringliche Lianen- und Strauchdickicht der Dschungel in den feuchten Niederungen und vorzüglich in dem Terai am Fuß des Himalaya als potenzirte Form des tropischen Urwaldes eigenthümlich. Gegen den dürren Westen Vorderindiens geht er in dorniges, mimosenreiches Dschungelgebüsch über. Die Waldgrenze geht im Himalaya bis 3700 Meter. Sie besteht hauptsächlich aus Föhren und Birken, die aber auch bis 800 Meter in die Vorberge hinabsteigen. Eichen beginnen in Sikkim bei 2000, aber in Sumatra schon bei 200 Meter. Von Zusammenhängen mit anderen Floren ist bemerkenswerth das Vorkommen australischer und neuseeländischer Formen bei 2000—3000 Meter in den Sunda-Gebirgen.

VII. Sahara-Gebiet.

Nordafrika bis zum 20. Grad außer Atlas und Barka, dann Arabien mit Ausnahme der vom Monsun bestrichenen Süd- und Südwestküste. Entschiedenstes und ausgedehntestes Wüstengebiet, das indessen nur durch Wassermangel, nicht auch durch schroffen Wechsel der Hitze und Kälte die Vegetation einengt. Die letztere ist in ihrer Baumarmuth und Dürre eine echte Steppenvegetation. Die Dattelpalme ist hier heimisch, neben ihr noch eine Zwergpalme. Sehr zerstreut findet man einige andere Bäume, wie Tamarix und Acacien, dann blattarme Salzpflanzen, Dornsträucher (Alhagi, Zizyphus), haarige Artemisien und Salbei, starre Gräser. Am pflanzenärmsten sind die Hammadas (Steinplateaux) und Aregs (Sandwüsten), am pflanzenreichsten außer den halb künstlichen Oasen die Wadi's (s. o. S. 221), aber ganz vegetationslos sind doch nur beschränkte Strecken. Am artenreichsten sind die Familien der Synanthereen, Gramineen, Kreuzblüthler und Leguminosen. Die Artenzahl der algerischen Sahara ist 408, der Sinai-Halbinsel 259.

Digitized by Google

VIII. Sudan-Gebiet.

Afrika von 20° n. B. bis 20° s. B., dazu ein Strich an der Ostküste bis 30° s. B. und die Süd- und Südwestküste Arabiens von Maskat bis Mekka. Charakterzug dieses durch starke Erhebung des Bodens und lange Dauer der Trockenzeiten dem Einfluß tropischer Feuchtigkeit weniger als andere Aequatorialgebiete unterworfenen Gebietes ist die Form der Savanen, die von hochwüchsigen Gräsern und Kräutern gebildet werden. Unter den letzteren deutet die starke Vertretung der Immortellen- und Acanthusform, der Wollblätter, der Saftpflanzen, der Zwiebel- und Knollengewächse bereits das trockenere Klima an. Der Baumwuchs in denselben bleibt oft zwerghaft und knorrig. Hainartig sind Mimosen über dieselben zerstreut, wodurch eine Parklandschaft entsteht, welche für den Sudan besonders bezeichnend ist. Die Wälder finden ihre größte Ausdehnung in den Tiefländern und nehmen darum den größten Raum in Westafrika ein. Hohen Wuchs erreichen nur wenige Bäume dieses Gebietes, zu den höchsten gehört der afrikanische Tickbaum (Oldfieldia), der über 30 Meter hoch wird. Riesenhaft durch Dicke ist der Baobab (Adansonia) mit 6 Meter dickem Stamm, durch ihre Blätter die Musa Enfete, durch ihre 2' langen Früchte die Bignoniacee Kigelia. Mit dem starken Wechsel feuchter und trockener Jahreszeiten hängt die Häufigkeit laubabwerfender Bäume (sogar die Sykomore gehört dazu) und die die Trockenheit liebenden Mimosen zusammen. Die Banyanenform kommt auch hier vor. Physiognomisch bedeutend ist der schlanke Papaw (Carica) mit gipfelständiger Blattrosette und die schilfblättrige, an Lilienbäume erinnernde Lobeliacee Gibarra (Rhynchopetalum). Unter den Palmen, deren Zahl nur etwa den 10. Theil der amerikanischen ausmacht, sind die verzweigte Dumpalme (Hyphaene), die Deleppalme (Borassus) mit angeschwollenem Stamm und die Oelpalme (Elaeis) Guinea's hervortretend. Farnbäume sind selten. Die saftigen Formen der Aloe und der cactusähnlichen Euphorbien (Euphorbia candelabrum, 10 Meter hoch) erinnern an die Trockenheit des Klima's. Eine große Gleichförmigkeit herrscht über das ganze weite Gebiet dieser Flora und ihre einzelnen Provinzen sind im Vergleich zu anderen Tropengebieten arm. Die ganze Westküste hat vielleicht 3000, Abessinien wenig über 1600 Arten, die obere Region des Camerun 237 Blüthenpflanzen geliefert. Dieß läßt annehmen, daß das Sudan-Gebiet nur etwa die Hälfte des Artenreichthums der entsprechenden Gebiete Asiens und Amerika's besitzt. Am reichsten vertreten scheinen überall Gramineen, Leguminosen und Synantheren.

IX. Kalahari.

Der westliche Theil Südafrika's zwischen 20 und 30° s. B. Grassteppen- und Wüstenland mit zahlreichen Acacien, das weitverbreitete Dorngebüsch bildet, cactusartige Euphorbien, saftaufspeichernden Zwiebel- und Kürbisgewächsen und Eispflanzen (Mesembryanthemum). Eine berühmte Charakterpflanze ist die Gnetacee Welwitschia, die einen starken

Digitized by Google

Stamm im Innern der Erde besitzt und statt mit Blättern sich vermittelst ihrer Samenlappen nährt. Der Gesammtcharakter der Flora ist vorwiegend der einer verarmten Sudan-Flora, mit Einmischung von Bürgern der Kap-Flora, welche besonders in den Zwiebelgewächsen reich vertreten ist.

X. Kap-Flora.

Die Spitze Südafrika's südlich vom Oranje. Diese Flora, deren Gebiet kaum 6000 □Meilen groß, ist verhältnißmäßig die reichste, die man kennt; aber dieser Reichthum ist weder durch Vortheile des Bodens noch des Klima's zu erklären, sondern kann nur als ein Ergebniß der geschichtlichen Entwicklung dieses Gebietes aufgefaßt werden. Die Zahl der Arten beträgt heute 8000! Vorwaltend ist die Gesträuchform, die vorzüglich aus Haidekräutern (400 Arten) und Proteaceen sich zusammensetzt. Auch holzige Geranien, Rosaceen, Sumache und die charakteristische Testudinaria Elephantipus gehen in sie ein. Aromatische Sträucher sind nicht selten. Die Bäume werden selten über 6—8 Meter hoch. Einige cypressen- und olivenähnliche Nadelhölzer und ein Farnbaum sind vorhanden, ebenso eine Zwergpalme und eine strauchartige Cykadee. Dickblättrige Pflanzen sind Mesembryanthemum, Portulak, Euphorbien, eine stämmige Aloe. Reich und zum Theil prachtvoll blühend sind Lilien und Erdorchideen. Wälder sind nur zwischen der Südspitze und der Algoabai an der Küste in ausgedehntem Maße vorhanden. Die reichsten Familien sind die Synanthereen, Leguminosen, Lilien, Haidekräuter, Irideen, Geraniaceen, Crassulaceen und Proteaceen. Die 4 letztgenannten sind nirgends so artenreich wie hier. Auffallend sind manche Aehnlichkeiten mit der Flora Australiens.

XI. Australisches Gebiet.

Umfaßt Australien und Tasmanien. Die australische Pflanzenwelt wird durch zwei Eigenthümlichkeiten von allen anderen scharf unterschieden: durch eine Masse eigenthümlicher Formen, welche ebenso wie die noch auffallendere Eigenartigkeit ihrer Thierwelt Zeugniß ablegt von einer selbstständigen, wenig unterbrochenen geschichtlichen Entwicklung, und durch die Einflüsse eines vorwaltend trockenen, zu Wüstenbildung neigenden Klima's. Gebirge und fließende Gewässer sind im ganzen Erdtheil gleichmäßig schwach vertreten. In den feuchteren Theilen sind ausgedehnte Wälder vorhanden, in denen die Eucalypten, deren Physiognomie an die Weiden erinnert, die langnadeligen Casuarinen und ihnen ähnliche Nadelhölzer vorherrschen. Alle Wälder sind indessen hainartig und haben Grasboden statt Unterholz. Die meisten Bäume hat der subtropische Norden, Südaustralien hat nur 63. Die verbreitetste Vegetationsform ist aber das Gesträuch (Scrub), in welchem Proteaceen, Myrthen, Leguminosen vorwalten. Haidekräuter gibt es nicht, aber ihre bezeichnende nadelförmige Verschmälerung der Blätter kommt bei den eben genannten Familien häufig vor. Eine der eigenthümlichsten Baumgestalten Australiens sind die Grasbäume (Xanthorrhoeen), die bei

Digitized by Google

zwergpalmenartiger Verkürzung des Stammes rasenbildend werden. Ausgedehnt sind die Grasfluren, die zusammen mit dem »Scrub« die weitesten Räume einnehmen, deren Hauptbestandtheil das Känguruhgras (Anthistiria), dem zahlreiche Zwiebelgewächse und Immortellen beigemischt sind. Bemerkenswerth ist das Fehlen der den Steppen alter oder neuer Welt eigenen Euphorbien, Cacteen, Dornmimosen, Salzpflanzen, Aloen und Agaven. Das tropische Australien ist artenärmer als das gemäßigte. Es besitzt eine Anzahl von indischen Formen in Palmlianen, Pandanen, Luftorchideen, Lorbeerarten. Die Sonderung zwischen Nord und Süd ist nicht scharf. Eine Palme (Corypha) geht bis Neusüdwales, ein Farnbaum bis Tasmanien, und Mangroven kommen bei Adelaide vor. Die vorherrschenden Familien sind: Leguminosen, Myrtaceen, Proteaceen, Synanthereen, Gramineen und Cyperaceen. Am reichsten und am eigenthümlichsten australisch ist die Flora des Südwestens mit 3600 und des Südostens mit 3000 Arten. Das tropische Australien hat bis jetzt nur etwa 2000 Arten geliefert.

XII. Nordamerikanisches Waldgebiet.

An der atlantischen Seite vom 58. Grad bis zur Spitze Florida's, auf der pacifischen vom Yukon bis zum Columbia, binnenwärts bis zum 100. Grad w. L. reichend. Die Vegetationsformen und die charakteristischen Pflanzengruppen Nordamerika's sind den europäischen und nordasiatischen so ähnlich, daß eine Sonderbeschreibung derselben unnöthig. Wald und Wiesen, sowie die vorherrschenden Kulturen sind dieselben. Im Wald herrschen Eichen (14 Arten), Ulmen, Ahorne, Birken, Linden, Espen, dann Nadelhölzer (gegen 50 Arten) vor. Wie die Artenzahlen zeigen, ist die Mannigfaltigkeit größer. Der Wald von Indiana zählt 60 Arten. Unter den Nadelhölzern sind 14 Föhren, die den unsrigen großentheils sehr ähnlich, dann Fichten, Tannen, Wachholder und Taxus, letzterer in Strauchform. An mittelmeerische Formen erinnern Thuja und Cypresse, und die „Cypressensümpfe" sind eine eigene Vegetationsform dieses Gebietes, welche in den südlichen Theilen des Gebietes eine sehr charakteristische Ausbildung erlangen durch das massenhafte gesellige Auftreten der Ceder Taxodium. Von Norden nach Süden folgen Nadelwald und Laubwald aufeinander wie bei uns. Aber dem letzteren mischen schon in gemäßigter Breite die immergrünen Laubbäume in größerer Zahl sich bei. Magnolien gehen bis Boston, Stechpalmen in Baumform bis Richmond, die Laurinee Sassafras geht bis Kanada, ebenso der Tulpenbaum. Einige andere Lorbeeren und Lebenseichen gehören den Südstaaten an. Die fiederblättrigen Robinien, Gleditschien und mehrartige Walnüsse bringen gleichfalls einen subtropischen Zug in diesen Wald. Lilienbäume (Yuccas) und Zwergpalmen (Sabal) kommen bis 35° und Bambusen (Arundinaria) kommen noch am Ohio vor. Ebenso dringen aus dem Steppengebiet Cacteen bis 42° vor. Im Unterholz, welches selbst im Norden kräftiger vertreten ist als in Europa, sind Rhododendren, Calycanthus, Magnolien, Comptonia und sogar eine Anonacee (Asimina) häufig. Unter den Kräutern herrschen die Kompositen mehr vor als bei uns. Schlinggewächse sind wie bei uns durch Hopfen, Epheu und

Digitized by Google

Reben, daneben auch schon durch die tropischen schönblühenden Bignonien und den dornigen Smilax vertreten. Graswiesen und Torfwiesen unterbrechen wie bei uns den Wald, der aber gegen das Steppengebiet zu artenärmer wird und in der Prärienregion sich in lichte, parkartig zerstreute Haine auflöst. Im Süden werden dagegen jenseits 35° die Wälder durch immer zahlreichere Beimischung tropischer Bäume und Sträucher sehr mannigfaltig und erlangen oft tropische Dichtigkeit. In Florida kommt schon eine Baumorchidee und Cykadee vor. Die Bodengestalt, welche nordsüdliche Verbindungen erleichtert, und das feuchte Klima ermöglichen den Austausch zwischen Nord und Süd, dasselbe thut die nah an die Tropen heranreichende Lage. Indessen wächst dadurch auch die Einförmigkeit und so hat dieses Waldgebiet nicht mehr als 5000 Arten aufzuweisen. Hieran hat auch der Mangel an Hochgebirgen seinen Antheil. In den Alleghanies von Nordcarolina liegt die Waldgrenze bei 2000 Meter.

XIII. Nordamerikanisches Steppengebiet.

Ostwärts bis zum 106. Grad w. L., nordwärts bis zum 50. Grad n. B. und zum Columbia, südwärts bis an den Golf von Mexiko und den Wendekreis sich erstreckend, und im Westen von der Sierra Nevada und dem Golf von Kalifornien begrenzt. Die Vegetationsformen dieses Gebietes ergeben sich aus dem Namen, aber sie sind von Osten nach Westen abgestuft, indem im Ohio- und Wabash-Gebiet die Wälder bereits sich zu lichten beginnen, um jenseits des Mississippi und am Michigansee in parkartig durchwachsene, dann aber baumlos werdende Graswiesen überzugehen. Ungefähr beim 100. Grad w. L. wandeln sich diese durch Aufnahme von holzigem Gesträuch in Strauchsteppen um, welche ihrerseits Salzsteppen und Wüsten umschließen. Vorzüglich den eigentlichen Steppen ist ein charakteristisches amerikanisches Gepräge ertheilt durch die Cacteen (in den südlichen Steppen gegen 100 Arten), Yuccas und Agaven. In den Strauchsteppen sind Wermuth und einige Chenopodeen unbedingt überwiegend und dieselben heißen mit Recht in Amerika »Artemisia Plains«. Eine höhere Strauchform wird bis etwa 36° n. B. durch Mimosen, besonders die über 6 Meter hoch werdenden Mezquite-Sträucher gebildet. In den Grassteppen (Prairies) sind von Gräsern Chlorideen (Grammagras) und Sesterien (Büffelgras) vorwaltend, untermischt mit vielen blüthenreichen Oenotheren, Gilien, Dahlien, Astern. Von Bäumen sind Laubbäume nur in den Flußniederungen vorhanden, fast ausschließlich Pappeln (Cottonwood) und Weiden. In den Hochgebirgen beginnt der Wald in der Regel bei 2000—2500 Meter und geht bis etwa 3500 Meter. Er besteht fast ausschließlich aus Nadelhölzern, die großentheils an die canadischen Formen sich anschließen. Die Artenzahl dieses Gebietes darf auf etwa 3000 veranschlagt werden. Die Reihenfolge der Familien ist: Compositen, Leguminosen, Euphorbien, Cacteen, Scrophularineen, Gramineen, Cyperaceen.

Digitized by Google

XIV. Californisches Gebiet.

Küstenstrich zwischen der Sierra Nevada und dem Stillen Meer, vom Columbia im Norden und vom Colorado im Süden begrenzt. Californiens Klima ähnelt am meisten dem mittelmeerischen, was in seiner Flora wie in seinen Kulturen sich deutlich ausprägt. Aber außerdem besitzt es auf Grund eigenthümlicher erdgeschichtlicher Entwicklung eine Anzahl hochcharakteristischer Gewächse. Seine Gebirgswälder umschließen mit 28 Arten von Nadelhölzern einen Reichthum, wie er bloß wieder in Japan zu finden. Nur hier kommen in 2 Arten die bis zu über 100 Meter hohen Sequoien vor, und neben fast ebenso hohen Föhren, Fichten und Tannen eigenthümliche pacifische Gattungen wie Libocedrus und Torreya. Immergrüne Eichen, Erikabäume, Laurineen und Kastanien erinnern an die Mittelmeer-Flora, an dieselbe auch die Gebüschform des „Chaparral", welche durch Haidekräuter, Rosaceen und Compositensträucher hauptsächlich gebildet wird, und nicht minder die aromatischen Stauden, die allerdings seltenen Labiaten. Einjährige, im Sommer vergilbende Gräser sind ebenfalls ein mittelmeerischer Charakterzug und in neuerer Zeit kommt die rasch sich ausbreitende Kultur des Weinstocks und der Agrumen hinzu. Die Flora Californiens zählt ca. 1000 endemische und etwas weniger nicht endemische Arten, die vorwiegend mit dem Steppengebiete gemeinsam sind. Am stärksten sind die Compositen vertreten.

XV. Mexikanisches Gebiet.

Vom Wendekreis bis Panama ohne Yucatan und Honduras. Nördlichster Abschnitt des neuweltlichen Tropengebietes, dessen üppiger Charakter durch die vorwaltende Gebirgs- und (in Mexiko) Hochebenenbildung abgeschwächt erscheint, während gerade dadurch seine Mannigfaltigkeit auf engem Raume eine sehr hervorragende wird. Die eigenthümlich amerikanischen Familien der Bromelien (Ananas), Cacteen, Yuccas und Agaven findet hier bereits eine reiche Vertretung, aber auf den Plateaux überwiegt noch der Steppencharakter des inneren Nordamerika mit Hervortreten des Mimosen-Buschwaldes. Von Palmen sind 50 Arten bekannt. Die meisten Agaven sind mexikanisch. Groß ist die Zahl der Baumorchideen, welche besonders in den lichten Eichenhainen der Höhen von 1000—2500 Meter häufig sind. Zu den Charakterformen der mexikanischen Flora gehört die Bombacee Cheirostemon und die Vanille, die einzige schlingende Orchidee. Die Gebirge Mexiko's sind von 2500 bis 4000 Meter mit hochstämmigen Nadelhölzern bedeckt. Man kennt über 7000 Arten und die eigenthümlichen sind auf 5000 zu schätzen. Vorwaltend sind Synantherеen, Gramineen, Scrophularineen, Rutaceen, Onagrarieen, Leguminosen und Orchideen vertreten.

XVI. Westindisches Gebiet.

Westindien mit Ausnahme der Inseln unter dem Wind und mit Yucatan. In physiognomischer Beziehung zeigt die Pflanzendecke dieser

Digitized by Google

Inseln die größte Aehnlichkeit mit der des nördlichen Südamerika. Tropischer Urwald und Savannen sind die Grundzüge derselben. Auch hat von allen Nachbargebieten dasjenige von Guyana und Venezuela am meisten zu den über 5000 Arten beigetragen, von welchen indessen ungefähr die Hälfte endemisch ist. Gering sind die Beziehungen zu Nordamerika. Bezeichnend ist von Bäumen der Nadelbaum Podocarpus, die Canella, die Myrtacee Pimenta, einige Föhren, die bis zum Meeresspiegel herabsteigen, die palmenähnlich belaubte Myrtacee Grias und die ähnliche Rutacee Spathelia. Die Palmen sind minder mannigfaltig als am Festlande, aber eine so hohe wie die Oreodoxa regia von Cuba, die fast 40 Meter erreicht, dürfte weiter nördlich in Amerika nicht gefunden werden. Sehr stark sind Farne vertreten, nach ihnen kommen Leguminosen, Orchideen, Rubiaceen, Compositen, Euphorbien und Gramineen.

XVII. Gebiet von Guyana und Venezuela.

Das nördliche Südamerika bis zum Aequator im Innern und auf der atlantischen Seite und bis Guayaquil auf der pacifischen. Die Cordilleren fallen aus. An den Küsten und den Flüssen waltet der üppigste Urwald, im Innern die Savanna (Llano). In jenen sind die Palmen in gegen den Aequator zunehmender Menge (60 Arten) und in einigen Riesenformen, wie der Mauritia des Orinokodelta vertreten, welche ungetheilte Blätter von 6 Meter besitzt. Nadelhölzer fehlen mit Ausnahme des olivenblättrigen Podocarpus. Einige Charakterformen sind von Palmen die nützliche Carludovica, Phytelephas und Manicaria, von Urticeen der Kuhbaum Galactodendron. In den Llano's walten bis 1 Meter hoch die Gramineen und Cyperaceen wie in den Prärien, untermischt mit Sensitiven, vereinzelten Schirmpalmen, der laubabwerfenden Byronima, und zahlreichen Blüthenpflanzen. In diesem Gebiete sind vorwaltend: Leguminosen, Farne, Orchideen, Rubiaceen, Melastomaceen, Cyperaceen und Gramineen. Die Zahl endemischer Arten dürfte 3500 nicht übersteigen.

XVIII. Hylaea oder Amazonas-Gebiet.

Das Stromgebiet des Amazonas zwischen 1° n. B. und 8° s. B. und vom Atlantischen Ocean bis zum Fuß der Anden, vorwiegend Tiefland, ist unter der Gunst eines großen Wasserreichthums fast ununterbrochen mit tropischem Urwald bedeckt. Die Vertheilung des Wassers bedingt vorwiegend den Charakter des Waldes. Im Igapo-Wald ist der Boden mehrere Monate des Jahres überschwemmt. Hier gedeihen die Palmen in größerer Mannigfaltigkeit als irgend sonst auf der Erde. Im Uebrigen ist diese Waldform arm, da der Wasser-Ueberfluß das Unterholz, die Kräuter und Epiphyten schädigt. Nennenswerth ist noch die Urania (Pisangform) mit 3 Meter langen Blättern und die Aroidee Montrichardia mit 5 Meter hohen Stämmen. Viel reicher ist der von den Ueberschwemmungen in der Regel nicht mehr erreichte Ete- oder Guaçu-Wald. Treten die Palmen etwas zurück, so

Digitized by Google

herrschen dafür hochstämmige Bäume der Lorbeerform wie die über 60 Meter hohe Bertholletia. Hier kommt der Kautschukbaum (Siphonia) vor. Das Unterholz, die Lianen und Epiphyten sind außerordentlich reich entwickelt. Aermer sind dagegen wieder die Capoes (Baumhügel), Waldbestände, welche nach außen an Größe abnehmen und in Gebüsch übergehen. Savannen treten nur da auf, wo Geröll oder Sand den Boden bilden, aber selbst ihre Bäume sind immergrün. Auf den weiten Flächen der Altwasser des Amazonenstromes schwimmt die Victoria regia. An einheimischen Nutzpflanzen ist die wohl ursprünglich aus dem Solimoes-Gebiet stammende Theobroma Cacao zu nennen. Die Zahl der jetzt bekannten endemischen Arten kann auf 2000 geschätzt werden. Als hervortretendste Familien sind wahrscheinlich Leguminosen, Melastomaceen, Myrtaceen, Sapindaceen zu nennen. Farne und Cacteen treten zurück.

XIX. Brasilianisches Gebiet.

Zwischen Atlantischem Ocean und Anden nach Süden von der Hyläa gelegen. Südgrenze bis 30° an der Küste, beim Wendekreis im Innern. Die an der Küste sehr starke Feuchtigkeit nimmt nach binnen zu ab und ebenso geht dort der Küsten-Urwald in die Savannenform der Campos über, von denen die mit Hainen von laubabwerfenden Bäumen besetzten Catingas eine weitverbreitete Nebenform darstellen. In den Urwäldern sind die Palmen nicht viel weniger zahlreich als in der Hyläa, aber im Gegensatz zu der „Frondosität" dieser letzteren ist der Blüthenreichthum durch Rutaceen, Mutisiaceen (Compositen mit Lippenblüthen) u. a. viel größer. Lianen und Epiphyten sind vielleicht zahlreicher als in irgend einem andern Tropengebiete. Unter den Laubbäumen sind die Leguminosen Dalbergia (Jacaranda) und Cäsalpinia (Brasilholz) als Nutzbäume hervorzuheben. Farne und Cacteen sind häufiger als in der Hyläa. In den Catingas sind die Bombacee Chorisia mit tonnenförmigem Stamme, sowie die geselligen Lilienbäume (Vellosia u. a.), und hainbildenden Caranda-Palmen, in den südlichen Campos aber vor allen die Araucarien-Wälder (Pinheiros) auffallend. Bromelien als Epiphyten und sogar rasenbildend sind häufig. Die Gräser der Savannen sind von zahlreichen Sträuchern der Mimosen, Myrtaceen u. a. durchsetzt. Wo Flüsse die Campos durchströmen, ziehen sich an den Ufern die sog. Pantanals hin, üppige Uferwälder. Es können wohl 10,000 endemische Arten angenommen werden. Am stärksten scheinen Compositen, Rubiaceen, Melastomaceen, Myrtaceen, Leguminosen, Malpighiaceen und Bromeliaceen vertreten zu sein.

XX. Gebiet der tropischen Anden.

Von 10° n. B. bis 30° s. B. Entsprechend seiner Höhe umschließt dieses Gebirge alle Klimastufen von den tropischen bis zu den polaren und ist außerdem in großen Bezirken seines Westabhanges ebenso trocken, wie es auf seinem östlichen feucht ist, so daß auch die beiden Abhänge ganz verschiedene Floren bergen. Der Westabhang und die Hochflächen des Gebirges tragen Steppencharakter. Selten sind in ihnen Bäume, meist

Digitized by Google

Mimosen, oder Sträucher, meist Compositen und Myrtaceen mit kleinen immergrünen Blättern und mit Dornen. Cacteen und Agaven sind außerhalb Mexiko's nirgends so stark entwickelt wie hier. In den hochgelegenen Puna's tritt Wiesenbildung auf und es mischen sich die Formen des Steppenklima's mit denen des feuchteren Höhenklima's. Gentianen, Ranunkeln, Alchemillen treten hier auf. Das vorwaltende Gras ist Stipa Ichu, ein Stechgras. Am Ostabhang findet eine eigenthümliche Flora ihre Entwicklung zwischen 1500 und 3000 Meter, welche vor Allem durch die berühmten Cinchonenwälder bezeichnet ist. Diese Wälder gehören also schon dem gemäßigten Klima an, aber doch kommt eine der höchsten Palmen, die 50 Meter hohe Wachspalme von Neu-Granada (Ceroxylon) bis 3000 Meter zwischen Eichen und Wallnüssen vor. Diesem Gürtel gehört auch der Anbau der Coca (Erytheroxylon) an. Dagegen fehlt hier die Nadelholzzone Mexiko's. Epiphytische Bromelien und Orchideen, sowie Farnbäume sind jedoch auch hier reichlich vorhanden; Bambusen gehen bis 4500 Meter. Unterhalb der Pisangrenze, die bei etwa 1000 Meter liegt, trägt der Wald am Ostfuß der Anden den tropisch-südamerikanischen Charakter. Die Waldgrenze liegt bei 4000—4200 Meter. Haidenartige Synanthereen- und Escallionensträucher und zwerghafte Bäume. Der Strauch Senecio glacialis ist bis zu 5000 Meter nachgewiesen. Man darf etwa 3000 endemische Arten dem Andengebiete zuschreiben. Am stärksten vertreten sind auch hier Compositen, Scrophularineen, Gentianen und Gramineen.

XXI. Pampas-Gebiet.

Zwischen den Anden im Westen, dem Meer im Osten, der Magellansstraße im Süden und dem durch eine binnenwärts ansteigende Linie von 30° s. B. bis zum Wendekreis abgegrenzten brasilianischen Gebiet im Norden. Der herrschende Charakter spricht sich im Namen aus, denn Pampas heißen baumlose, begraste Waideländer. Die Baumlosigkeit ist, wie die an vielen Stellen gelingende Bewaldung zeigt, nicht unbedingt durch das Klima bedingt, aber sie ist bis heute eine allgemeine Thatsache. Man theilt das Gebiet in 3 Abschnitte. Westlich vom Meridian von Cordova breitet sich die Chanarsteppe aus, östlich das Grasland der echten Pampas, und südlich die Steppen von Patagonien. Jene erstere besteht aus Grasbüscheln, die Lücken zwischen sich lassen, aus dornigem Gebüsch, dem Cacteen beigemischt sind (eine Opuntie geht bis Patagonien) und in dessen Bestand besonders der Chanar selbst (Gourliea), dann Acacien und immergrüne Compositen eingehen, und nur im Norden auch aus vereinzelten Bäumen, meist Algaroben und Bombaceen, auch 4 Palmen. Die eigentlichen Pampas sind echte Graswiesen mit mäßig hohem Wuchs von weichen (Poa, Avena) und harten Gräsern (Stipa). Sehr häufig sind dazwischen die aus Europa eingeschleppten Disteln und der Fenchel. An feuchten Stellen wächst Rohr von mehr als Mannshöhe. Verarmend zieht diese Wiesenflora sich südwärts nach Patagonien. Uebrigens gehört das ganze Gebiet zu den pflanzenarmen. Es sind vielleicht nicht mehr als 1000 Arten vertreten. Vorwaltend sind Compositen und Gräser.

Digitized by Google

XXII. Chilenisches Uebergangsgebiet.

Der pacifische Küstenstrich von 22° bis 34° s. B. Das Klima kann wie die Lage mit dem californischen verglichen werden. Die Flora ist dem scharfen Gegensatz feuchter und trockener Jahreszeiten angepaßt. Wälder sind selten, Bäume überhaupt spärlich vertreten. Der Boldu, eine Laurinee, ist der einzige, welcher stattlichen Wuchs erreicht; verkrüppelt ist der Espino, eine Acacie; nur eine einzige Palme, eine Jubaea geht bis 35° s. B. Lilienbäume (Puya), Cacteen, Dornsträucher bilden die Gebüsche. Saftigere Gewächse, worunter auch eine Weide, kommen in den Fiumaren vor, während am ausgebreitetsten eine Grasnarbe aus Steppengräsern mit zahlreichen Zwiebelgewächsen und aromatischen Kräutern ist, welcher als Waide wirthschaftliche Bedeutung zukommt. Die Gesammtzahl der Arten mag 2500 betragen, wovon etwa 1800 endemische. Vorwaltend sind Compositen (Lippenblüthige), Leguminosen, Gramineen, Caryophylleen, Lilien, Kreuz- und Doldenblüthler.

XXIII. Antarctisches Waldgebiet.

Südamerika's Westküste von 33° s. B. bis Kap Horn. Ein sehr feuchtes, waldreiches Gebiet. Herrschender Waldbaum ist eine birkenblättrige Buche, in laubabwerfender und immergrüner Form. Im nördlichen Gebiete treten zahlreiche immergrüne Bäume auf: Laurineen, Myrtaceen, Magnolien, die über 30 Meter hohe Composite Flotowia. Von Nadelbäumen kennt man 10 Arten: Araucarien, Podocarpus, Libocedrus, keine nordischen. Eine Bambuse Chusquea mit 2—3 Meter holzigen Halmen, zahlreiche Schlingpflanzen und Parasiten bilden sehr dichtes Unterholz, welches an tropische Zustände erinnert. Nach Süden zu treten immergrüne Sträucher (Ericeen, Myrtaceen) an seine Stelle. Die waldlosen Stellen sind sehr spärlich: Bergmatten oder Torfmoore. Die Waldgrenze liegt in Valdivia bei 1500, im Feuerland bei 400 Meter. Die Zahl der Arten beträgt etwa 1600, von denen 1200 endemisch. Australische Gefäßpflanzen sind ca. 90 hier vertreten, nordische gegen 50. Vorwaltende Familien sind Compositen, Gramineen, Cyperaceen.

XXIV. Oceanische Inseln.

Inseln oder Inselgruppen, welche durch eine verhältnißmäßig große Zahl eigener Arten als besondere „Schöpfungs-Mittelpunkte" erscheinen. 1) Die Azoren haben eine Flora von mittelmeerischem Typus (Lorbeerwälder, Maquis), welche aber durch feuchtes Klima eine dort unbekannte Ueppigkeit erreicht. Farne sind zahlreich, einige Haidekräuter einheimisch. Mehrere afrikanische und amerikanische Formen sind nachgewiesen. Gegen 500 Arten. 2) Madeira. Mittelmeerischer Charakter. Lorbeerwald mit eingemischten afrikanischen (Sideroxylon, Dracaena) und eigenthümlichen (Ilex, Clethra) Bäumen Erica wird über 12 Meter hoch. 700 Gefäßpflanzen. 3) Canarien. Mittelmeerischer Charakter, der aber in

Digitized by Google

den tieferen Regionen zahlreiche afrikanische Beimischungen (Euphorbien, die succulente Composite Kleinia) erhält. Eigenartige Bäume aus den Gattungen Ilex, Arbutus. Wachholder. Etwa 1000 Arten. 4) Kap Verden. Afrikanischer Charakter, bestimmt durch eine Anzahl senegambischer Formen, während die eigenartigen sich an die der nördlicheren Archipele anschließen. Vorwaltende Vegetationsform Euphorbien- und Dorngesträuch. 400 Arten, wovon 16 % endemisch. 5) Ascension. Spärlicher Graswuchs, Farne und wenig Gesträuch. 6) St. Helena. Ursprünglich bewaldet. Einheimisch 50 Blüthenpflanzen, wovon 40 endemisch, und 26 Farne. Von den Holzgewächsen sind 10 Compositen und 1 Farnbaum. Die Beziehungen weisen auf keinen Kontinent mit Bestimmtheit hin. Man erkennt welche zu Südamerika, Südafrika, den nördlicheren Inseln, sogar zu Polynesien. 7) Madagaskar. Die bedeutendste der Inseln mit überwiegend eigenartiger Pflanzenwelt. Charakteristische Formen sind der hohe Pisang Ravenala mit fächerförmiger Blattstellung, die Orchidee Anagräcum mit 1½' langem Sporn, die Wasserpflanze Ouviranda mit netzförmigen Blättern. In den Wäldern sind afrikanische Formen (Acacien) mit asiatischen (Pandanen, Casuarinen) gemischt. Spärlich sind Palmen, reichlich Farne vertreten. Die Flora ist außerordentlich reich an Eigenarten, die man bis jetzt in über 100 eigenen Gattungen gruppirt hat. 8) Maskarenen. In ihrer Pflanzenwelt tritt bei großer Selbstständigkeit (unter 1000 500 Eigenarten) die Verwandtschaft mit Madagaskar deutlich hervor. Eigenartig ist der größte Baum, eine blattabwerfende Acacie, welche an die blattlosen Acacien Australiens erinnert, die 15 Meter hohen Bambusen der Gattung Nastus, welche fast ausschließlich einen Vegetationsgürtel in 1500 Meter Höhe bilden. Strauchartige Compositen erinnern an die Kap-Flora. Palmen sind spärlich (6 Arten), Farne reichlich vertreten. 9) Seychellen. Durch die merkwürdige See-Cocospalme Lodoicea Seychellarum bemerkenswerth, welche ihrem Untergang entgegengeht. 10) Sandwichs-Inseln. Die herrschenden Bäume sind nächstverwandt mit australischen Formen, so die Koa-Acacie, Metrosideros u. a., bemerkenswertherweise werden aber viele Pflanzen hier holzig, welche auf Festländern es nicht sind, so außer mehreren Compositen, auch Violaceen, Lobeliaceen, Geraniaceen. Bei ihnen sind Beziehungen zu einem bestimmten Stammkontinente nicht erkennbar. 11) Fidschi-Inseln. Charakter des indischen Monsun-Gebietes; ähnlich wie auf Samoa, Tahiti und den anderen polynesischen Inseln wird aber derselbe durch zahlreiche Farne, Casuarinen und durch an Australien anknüpfende Acacien, Metrosideros und andere Bäume durchbrochen. 700 Blüthenpflanzen, wovon weniger als die Hälfte eigenartig. 12) Neu-Kaledonien. Australischer Grundzug. Grasfluren und lichte Wälder, in den letzteren Myrtaceen- und Araucarienbäume. Zahlreiche Eigenarten. 13) Norfolk. Neuseeländischer Grundzug. Eigene Araucarien (A. excelsa, die mit 60 Meter eine der schönsten der Erde), Farnbäume, eine Areca, Phormium tenax. 6 eigene Gattungen. 14) Neuseeland. Mehr südamerikanische als australische Anklänge. Ausgezeichnet durch beispiellos ausgedehnten Farnwuchs, der wiesen- und waldbildend auftritt. Ueber 100 Bäume: Farnbäume, 1 Palme (Areca), 1 Pandanus, flach-

Digitized by Google

blättrige Nadelbäume (die Kaurifichte, Dammara, Phylloclatus), die cypressenartige, 50 Meter hohe Podocarpus, hochwüchsige Proteaceen bilden einen dichten Wald. Im Unterholz ist die stammlose Liliacee Phormium häufig. In den Gebirgswäldern kommen Buchen und Libocedrus vor, die an patagonische Formen erinnern. Waldgrenze bei 2200 Meter. 1000 Gefäßpflanzen, wovon über 70 % Eigenarten. Am häufigsten Compositen, Farne, Cyperaceen. Neuseeländisch sind auch die Chatham-Inseln (44° s. B.), wo Palmen und Farnbäume ihre südliche Polargrenze finden. 15) Galapagos-Inseln. Mittelamerikanischer Grundzug. Waldlos, nur niedrige Büsche von 5—6 Meter, in der Ebene Euphorbien und Cacteen, in den Bergen holzige Compositen, Borragineen, Mimoseen. Wenige Lianen und Epiphyten. 350 Gefäßpflanzen, wovon über 50 % Eigenarten. 16) Juan Fernandez. Entfernt verwandt mit Südamerika. Farne walten vor, Farne, Farnbäume, Palmen, holzige Compositen, der Mehrzahl nach eigenartig. 17) Falkland-Inseln. Patagonischer Grundzug. Waldlos, ausgedehnte Torfmoore und Grasfluren, gesellige Doldengewächse. 150 Gefäßpflanzen, wovon 30 eigenartig. 18) Tristan da Cunha. Theils mit Südafrika, mehr mit Südamerika verwandt. Gegen 60 Gefäßpflanzen, wovon ebensoviel Blüthenpflanzen als Kryptogamen! Höherer Wuchs als 6 Meter kommt nicht vor. 19) Kerguelen-Land. Die Vegetation erinnert an die Falkland-Inseln: Vorwaltender Graswuchs, gesellige Doldengewächse, kein Baumwuchs. Nur 20 Gefäßpflanzen. 20) Südpolar-Länder. Die südlichste Staude ist eine auf Süd-Georgien (54°) gefundene Doldenpflanze. Auf Süd-Shetland (60—63°) kommt noch eine Graminee (Aira) vor. Vollkommen pflanzenlos, selbst ohne Algen, ist Meer und Land südlich vom Polarkreis gefunden worden.

Der große Einfluß der Gewächse auf den landschaftlichen Charakter oder die Physiognomie einer Gegend ist uns allen bekannt. Nur Ein Zeugniß: Wir können uns ein Landschaftsbild ohne Menschen, Häuser und Thiere, ja ohne Steine und Berge, selbst ohne Wasser, aber schwer ohne Pflanzen vorstellen. Man sieht als Seltenheit wohl eine Felsenöde oder Wüste oder Sanddüne gemalt; aber wenn es auch nur der kärgliche Schimmer des Flechten- oder Moosüberzuges eines Felsblockes ist oder ein Baum, den der Sand getödtet oder halb verweht hat, oder ein Grashälmchen, das aus dem einförmigen Gelb und Grau hervorlugt: ganz fehlt das pflanzliche Element fast nirgends. Der Erdboden und die Luft sind die ersten Nothwendigkeiten einer Landschaft, aber die Pflanzendecke gehört zum Ersteren fast ebenso nothwendig, wie sie selbst zur Landschaft gehören; sie ist, wenn nicht als Kleid dieses Bodens, doch als Unterbrechung, Glie-

Digitized by Google

derung, Belebung, kurz als Verschönerung desselben nahezu unentbehrlich. Man denke an die landschaftliche Bedeutung des Waldes oder der Wiesen, der Haiden. Mit diesem Antheil am landschaftlichen Eindruck gewinnen die Pflanzen auch einen entsprechenden Antheil an der Wirkung, welche die Landschaft auf den Geist des Menschen, der Völker übt. Der landschaftliche Naturcharakter verschiedener Weltgegenden ist mit der Geschichte des Menschengeschlechts und mit der seiner Kultur aufs Innigste verknüpft. Denn wenn auch der Anfang dieser Kultur nicht durch physische Einflüsse allein bestimmt wird, so hängt doch die Richtung derselben, so hangen Volkscharakter, düstere und heitere Stimmungen der Menschheit großentheils von denselben ab.

Alexander von Humboldt hat in dem Aufsatz, den wir am Eingang dieses Abschnittes nannten, zum ersten Mal den Versuch gemacht, diese ebensowohl in ästhetischer als in kultureller Hinsicht bedeutsame Rolle der Pflanzen im Charakter der Landschaft auf sichere Grundsätze zurückzuführen. Er unterschied deßhalb 19 verschiedene Hauptformen oder Typen, „von deren individueller Schönheit, Vertheilung und Gruppirung die Physiognomie der Vegetation eines Landes abhängt." Wir schildern sie hier großentheils mit seinen Worten. 1) Die Palmen. Die höchste und edelste aller Pflanzengestalten. Hohe, schlanke, geringelte, bisweilen stachelige Schäfte endigen mit anstrebendem, glänzendem, bald gefächertem, bald gefiedertem Laube. Die Blätter sind oft grasartig gekräuselt. Der glatte Stamm erreicht oft 180 Fuß Höhe. 2) Die Banane. Die Scitamineen und Musaceen der Botaniker. Ein niedriger, aber saftreicher, fast krautartiger Stamm, an dessen Spitze sich dünn und locker gewebte, zartgestreifte, seidenartig glänzende Blätter erheben. Pisanggebüsche sind der Schmuck feuchter Gegenden. Auf ihrer Frucht beruht die Nahrung fast aller Bewohner des heißen Erdgürtels. 3) Malvaceen und Bombaceen. Kolossalisch dicke Stämme mit zartwolligen, großen, herzförmigen oder eingeschnittenen Blättern, und prachtvollen, oft purpurrothen Blüthen. Zu dieser Pflanzengruppe gehört der Affenbrotbaum, Adansonia digitata, welcher bei mäßiger Höhe bisweilen 30 Fuß Durchmesser hat, und wahrscheinlich das

Digitized by Google

größte und älteste organische Denkmal auf unserm Planeten ist. 4) Mimosen (Acacia, Gleditschia, Tamarindus). Bei den Mimosen ist eine schirmartige Verbreitung der Zweige, fast wie bei den italienischen Pinien gewöhnlich. Die tiefe Himmelsbläue des Tropen-Klima's, durch die zartgefiederten Blätter schimmernd, ist von überaus malerischem Effekte. 5) Haidekräuter. Dahin gehören, dem physiognomischen Charakter oder allgemeinen Anblick nach, auch die Epacrideen und Diosmeen, viele Proteaceen, und die australischen Acacien mit bloßen Blattstielblättern (Phyllodien), eine Gruppe, welche mit der der Nadelhölzer einige Aehnlichkeit hat, und eben deßhalb oft mit dieser, durch die Fülle glockenförmiger Blüthen, desto reizender contrastirt. Die baumartigen Haidekräuter, wie einige andere afrikanische Gewächse, erreichen das nördliche Ufer des Mittelmeers. Sie schmücken Wälschland und die Cistus-Gebüsche das südliche Spanien. Unsere Haidekräuter sind gesellschaftlich lebende Gewächse, gegen deren fortschreitenden Zug die ackerbauenden Völker seit Jahrhunderten mit wenigem Glück ankämpfen. 6) Cacteen. Bald kugelförmig, bald gegliedert, bald in hohen vieleckigen Säulen, wie Orgelpfeifen aufrecht stehend. Die säulenförmigen Cactus-Stämme erreichen bis 30 Fuß Höhe, und candelaberartig getheilt, oft mit Flechten bedeckt, erinnern sie, durch Aehnlichkeit der Physiognomie, an einige afrikanische Euphorbien. 7) Orchideen. Die baumbewohnenden bilden einen Typus für sich, der vorzüglich nach der Seite der Blüthenformen ungemein reich entwickelt ist. Die Blätter sind meist unscheinbar, zum Fetten neigend. Die Orchideen-Blüthen gleichen bald geflügelten Insekten, bald den Vögeln, welche der Duft der Honiggefässe anlockt. Das Leben eines Malers wäre nicht hinlänglich, um, auch nur einen beschränkten Raum durchmusternd, die prachtvollen Orchideen abzubilden, welche die tief ausgefurchten Gebirgsthäler der peruanischen Andenkette zieren. 8) Casuarinen. Eine Pflanzengestalt, bloß der Südsee und Ostindien eigen; Bäume mit schachtelhalmähnlichen Zweigen. Doch finden sich auch in anderen Erdstrichen Spuren dieses mehr sonderbaren als schönen Typus. 9) Nadelhölzer. So wie in den Pisang-Gewächsen die höchste Ausdehnung, so ist in den Casuarinen und in den Nadelhölzern die höchste Zusammenziehung der

Digitized by Google

Blattgefäße. Tannen, Thuja und Cypressen bilden eine nordische Form, welche in den Tropen seltener ist, und in einigen Coniferen (Damara, Salisburia) ein breitblättriges Nadellaub zeigt. Ihr ewig frisches Grün erheitert die öde Winterlandschaft. Es verkündet gleichsam den Polarvölkern, daß, wenn Schnee und Eis den Boden bedecken, das innere Leben der Pflanzen, wie das Prometheische Feuer, nie auf unserm Planeten erlischt. 10) Aroideen. Saftige, krautartige Stengel erheben große, bald pfeilförmige, bald gefingerte, bald längliche, aber stets dickadrige Blätter. Die Blüthen der Aroideen, ihre Lebenswärme erhöhend, sind in Scheiden eingehüllt; stammlos treiben sie Luftwurzeln. Verwandte Formen sind: Pothos, Dracontium, Caladium, Arum. 11) Lianen. In den heißen Erdstrichen von Südamerika in vorzüglichster Kraft der Vegetation; Paullinia, Banisteria, Bignonien und Passifloren. Unser rankender Hopfen und unsere Weinreben erinnern an diese Pflanzengestalt der Tropenwelt. Am Orinoco haben die blattlosen Zweige der Bauhinien oft 40 Fuß Länge. Sie fallen theils senkrecht aus dem Gipfel hoher Swietenien herab, theils sind sie schräg wie Masttaue ausgespannt. 12) Aloë-Gewächse. Stämme, wenn sie vorhanden sind, fast ungetheilt, eng geringelt und schlangenartig gewunden. An dem Gipfel sind saftreiche, fleischige, lang zugespitzte Blätter strahlenartig zusammengehäuft. Die hochstämmigen Aloë-Gewächse bilden nicht Gebüsche, wie andere gesellschaftlich lebende Pflanzen; sie stehen einzeln in dürren Ebenen, und geben dadurch der Tropengegend oft einen eigenen melancholischen (man möchte sagen afrikanischen) Charakter. 13) Gramineen. Fröhliche Leichtigkeit und bewegliche Schlankheit bezeichnet vorzüglich den Eindruck der baumartigen Gräser (Bambusen). Bambusgebüsche bilden schattige Bogengänge in beiden Indien. Der glatte, oft geneigt hinschwebende Stamm der Tropengräser übertrifft die Höhe unserer Erlen und Eichen. Schon in Italien fängt im Arundo Donax diese Form an sich vom Boden zu erheben, und durch Höhe und Masse den Naturcharakter des Landes zu bestimmen. 14) Farren. Baumartige, bis 40 Fuß hohe Farren haben ein palmenartiges Ansehen; aber ihr Stamm ist minder schlank; kürzer, schuppig-

Digitized by Google

rauher als der der Palmen. Das Laub ist zarter, locker gewebt, durchscheinend und an den Rändern sauber ausgezackt. Diese kolossalen Farnkräuter sind fast ausschließlich den Tropen eigen, aber in diesen ziehen sie ein gemäßigtes Klima dem ganz heißen vor. 15) Lilien-Gewächse mit schilfartigen Blättern und prachtvollen Blüthen. 16) Die Weidenform. Meist Bäume mit einfachen, ganzrandigen, schmalen Blättchen, die nur eine dünne Belaubung herstellen. Außer den zahlreichen Weiden aller Erdtheile ist der Oelbaum bezeichnend für diese Form. 17) Myrthen-Gewächse. Eine zierliche Form mit steifen, glänzenden, dichtgedrängten, meist ungezähnten kleinen und punktirten Blättern. Die mittelländischen Myrthen, die südamerikanischen Escallonien und die australischen Eucalypten gehören hierher. 18) Melastomen. 19) Lorbeerform. Bäume und Sträucher mit immergrünen, großen, ganzrandigen, steifen Blättern, die eine mäßig dichte Belaubung bilden: Lorbeer, Mammea, Calophyllum.

Dieser grundlegende, indessen mehr aphoristische Ueberblick über wichtige Vegetationsformen, welcher vorwiegend die tropischen Charakterpflanzen ins Auge faßt, ist von den Nachfolgern A. v. Humboldts systematischer und ins Einzelne gehend durchgeführt worden. So unterscheidet Grisebach I. Holzgewächse. A. Einfacher Stamm ohne verzweigte Krone, auf dem Gipfel eine Laubrosette: 1) Palmen, 2) Farnbäume, 3) Pisangform, 4) Clavijaform, 5) Pandanusform, 6) Grasbaumform; B. Einfacher Stamm ohne abgesetzte Krone mit seitlichen Blattbüscheln, 7) Bambusenform; C. Belaubte Krone verzweigt: 8) Nadelhölzer, 9) Lorbeerform, 10) Olivenform, 11) Eucalyptusform, 12) Sykomorenform, 13) Buchenform, 14) Weidenform, 15) Linden- und Bombaceenform, 16) Eschen- und Tamarindenform, 17) Mimosenform; D. Stämme mit gegenseitig verbundenen Kronen: 18) Banyanenform, 19) Mangroveform; E. Sträucher: 20) Erikenform, 21) Myrtenform, 22) Oleanderform, 23) Proteaceenform, 24) Sodadaform, 25) Rhamnusform, 26) Dornsträucher; F. Belaubung unterdrückt oder fehlend: 27) Casuarinenform, 28) Cypressen- und Tamariskenform, 29) Spartiumform; G. Stammlose Holzgewächse ohne Verzweigung: 30) Zwergpalmenform. II. Succulente Gewächse. 31) Chenopodenform, 32) Agavenform,

Digitized by Google

Fig. 28. Südamerikanische Tropenlandschaft (nach Berg).

Digitized by Google

33) Cactusform. III. Schlinggewächse. 34) Lianenform, 35) Rotangform, 36) Convolvulus- oder Cucurbitaceenform. IV. Epiphyten. 37) Loranthusform, 38) Atmosphärische Orchideen. V. Kräuter. A. Stengel belaubt: 39) Stauden und Halbsträucher, 40) Gnaphaliumform, 41) Immortellenform; B. Stengel nackt, Laubrosette am Boden: 42) Zwiebelgewächse, 43) Scitamineenform, 44) Aroideenform, 45) Bromelienform; C. Laubrosette ohne Stengel: 46) Farnkräuter. VI. Gräser. 47) Wiesengräser, 48) Steppengräser, 49) Savanengräser, 50) Annuelle Gräser, 51) Cyperaceenform, 52) Rohrgräser. VII. Zellenpflanzen. 53) Laubmoosform, 54) Erdlichenenform. —

Indem die Gewächse gesellig zusammen auftreten, schaffen sie zusammenhängende Gebilde, welche für den Landschaftscharakter in seinen größten Zügen nicht minder bedeutend sind, wie für seine Einzel-Erscheinung die Vertreter der verschiedenen physiognomischen Gruppen.

In diesem Sinne konnte man als allgemeinste Vegetationsformen die Teppich-, Stock-, Kronen-, Schopf- und Verzierungs-Vegetation aufstellen. Indessen empfiehlt sich für den Geographen eine etwas eingehendere Sonderung schon aus dem Gesichtspunkt des Interesses an einer bestimmten Fassung oft angewandter Begriffe und wir können je nach der Zusammensetzung und Dichtigkeit der Pflanzendecke folgende Vegetationsformen unterscheiden:

I. Wälder.

Aus Bäumen bestehend, welche dicht genug stehen, um einen zusammenhängenden Schatten zu erzeugen.

a) Tropischer Typus. Bunte Mannigfaltigkeit der Baumarten, die von zahlreichen Sträuchern und Schlinggewächsen durchsetzt sind.

b) Typus des Waldes gemäßigter Klimate. Aus wenigen vorwaltenden Arten zusammengesetzt mit Gesträuch und Schlinggewächsen weniger als der tropische (subtropische Wald) und oft sehr wenig (Wald Mitteleuropa's) durchsetzt.

α) Laubwälder.

β) Nadelwälder, Pinheiros ꝛc.

Digitized by Google

c) Typus des subpolaren Waldes. Fast ausschließlich aus Nadelhölzern, oft weithin einer einzigen Art angehörigen, bestehend. An der Polargrenze verzwergte Wälder des nördlichen Canada und Sibiriens, Hochgebirgswälder.

d) Typus des Mangroven-Waldes. Die Wurzeln der Bäume sind mit Wasser bedeckt (Mangroven, Cedar Swamps).

II. Haine.

Aus Bäumen bestehend, die meist nicht so hoch, wie die der Wälder und so weit von einander stehen, daß sie keinen zusammenhängenden Schatten bilden, und in Folge dessen von Unterholz und oft selbst von einer zusammenhängenden Pflanzendecke ihres Bodens fast frei sind.

a) Aus Bäumen gebildet, die ihrer Natur nach keinen zusammenhängenden Schatten gewähren, also nicht waldbildend sind: Palmenhaine, Haine baumartiger Farne.

b) Aus Waldbäumen gebildet, die zu weit von einander stehen, um Wald zu bilden. Eine Vegetationsform, die besonders beim Uebergang von bewaldeten zu waldlosen Strichen auftritt: Oak openings in der Uebergangslandschaft des amerikanischen Prärie-Gebietes, Enzino's in Mexiko und Mittelamerika.

III. Gebüschformen.

Aus vorwaltendem Gesträuch oder auch aus strauchartigen Bäumen gebildet.

a) Verzwergte Wälder an den Polar- und Höhengrenzen der Waldregionen (Krummholz).

b) Mimosengebüsch. Durch Zusammensetzen aus strauchartigen Bäumen, öfters zum Haine überleitend. Meist licht.

c) Dschungel (Röhricht).

d) Maqui-Form. Aus Sträuchern bestehend, die nicht Manneshöhe erreichen.

e) Haide. Niedriges Gesträuch, selten über Kniehöhe, meist bedeutend niedriger (Strauchsteppen).

Digitized by Google

IV. Wiesenformen.

Eine zusammenhängende Pflanzendecke aus Kräutern und Gräsern, wobei in der Regel die letzteren vorwalten. In großer lückenloser Ausdehnung nur in flachem oder welligem Lande sich findend, sehr häufig, aber in oft durchbrochenen Abschnitten in den Gebirgen oberhalb der Waldgrenze. In tieferen Lagen besteht die Neigung, in Röhricht, in höheren, in Steppe überzugehen. Oft auch durch zerstreuten Baumwuchs in die Hainform übergehend.

a) Wiesenfluren. Vorwaltend aus kurzem Gras bestehend: Prärien, Pampas, Pußten, Alpenmatten.
b) Savannen. Mit höheren Gräsern bestanden, oft dschungelartig (Savannen des Sudan, Llanos).

V. Tundrenformen.

Zusammenhängende, sehr niedrige Pflanzendecke, die vorwaltend aus Moosen, Flechten und Gräsern besteht. Den kalten und gemäßigten Theilen der Erde eigen.

a) Torfwiesen. Sphagnum-Moose mit Cyperaceen, Binsen und anderen sauren Gräsern.
b) Moostundra. Vorwiegend aus Polytrichum gebildet.
c) Flechtentundra. Auf felsigem und trockenerem Boden als die vorige.

Digitized by Google

XXIV.

Der Mensch.

Der Mensch als Gegenstand der Erdkunde. Seine Stellung in der Natur. Erdkunde und Geschichte. Geographische Verbreitung des Menschen. Derselbe ist zum Landbewohner geboren. Wanderungen des Menschen. Zufällige und absichtliche Wanderungen. Hindernisse derselben. Gebirgs- und Flußgrenze. Verbindende und trennende Erdstellen. Inselvölker. Halbinselvölker. Die Kulturbedeutung der Küstengliederung. Einfluß der Bodenerhebungen. Einfluß der hydrographischen Verhältnisse. Natürliche Grenzen. Klimatische Einflüsse. Einflüsse der Pflanzen- und Thierwelt.

Die neuesten Schätzungen geben die Zahl der Menschen auf der Erde in runder Summe zu 1425 Millionen an, welche so vertheilt sind, daß 825 Millionen auf Asien, 310 auf Europa, 200 auf Afrika, 85 auf Amerika und 5 auf Australien und Polynesien entfallen. Auf die 5 alten (Blumenbach'schen) Rassen vertheilen sie sich ungefähr folgendermaßen (in %): Mongolen 40, Kaukasier 35, Neger 18, Malayen 2, Amerikaner 1. Man muß jedoch annehmen, daß in diesen Zahlen sich mehrere Procent offenbare Mischlinge finden. Wie sich die Menschen auf die verschiedenen Kulturstufen vertheilen, ist bei der Unmöglichkeit der Abgrenzung der letzteren nicht entfernt abzuschätzen. Dagegen läßt sich mit größerer Sicherheit angeben, daß dem Christenthum etwa 30, dem Heidenthum 55, dem Islam 10 % der Menschen anhängen und diese Gruppen vertreten im Ganzen und Großen auch verschiedene Kulturstufen. —

Indem wir den Menschen in seinen Beziehungen zur Erde betrachten, setzen wir ihn dieser seiner Wohnstätte nicht gegenüber als ein besonderes Wesen, das fremd derselben gegenüberstände, sondern wir thun es wegen der Neuheit und großartigen Wichtigkeit seiner Wirksamkeit und zwar vorzüglich in geographischer Beziehung. Wir pflichten dem Naturforscher darum bei, daß der Mensch nicht loszulösen sei von

Digitized by Google

der übrigen organischen Entwicklung, daß er deren Krone bilde, und daß seine Wurzeln da liegen, wo auch Korallen, Schnecken und Würmer und endgültig selbst das Reich der Gewächse die Wurzeln ihrer Stammbäume haben, nämlich bei den ersten Anfängen des organischen Lebens auf der Erde. Was die körperliche Seite seines Wesens anbelangt, so hat in Beziehung auf diese seine nahe Zusammengehörigkeit mit der Thierwelt niemals Gegenstand des Zweifels für Vorurtheilsfreie sein können. Man ist immer einig gewesen darin, daß die Unterschiede zwischen Menschen und Thier weniger auf der körperlichen als der geistigen Seite zu suchen seien. Für den einfachen Systematiker, der sich auf den anatomischen und physiologischen Standpunkt stellt, besteht keine größere Kluft zwischen Menschheit und Thierwelt als die ist, die wir z. B. innerhalb der Ordnung der Raubthiere zwischen den Bären und den Katzen wahrnehmen.

Daß es anders auf psychologischem Gebiete aussieht, braucht man kaum hervorzuheben. Die einfache Thatsache, daß alle Menschen bis zu den niedersten eine artikulirte Sprache besitzen, während hiervon selbst bei den höchsten Thieren noch keine Rede ist, läßt uns sofort eine viel tiefere Kluft zwischen der Thierseele und der Seele des Menschen erkennen, als die ist, welche zwischen den Körpern der beiden besteht. Hier liegt in der That der triftige Grund für die Absonderung der Menschheit von der Thierwelt. Wie eng auch die Bande sein mögen, welche die beiden körperlich verbinden, so genügt doch schon der Besitz der Sprache, dieses Werkzeuges von großartigster Wirksamkeit, auf der einen, und die Sprachlosigkeit auf der anderen Seite, um die Menschheit der ganzen übrigen Natur als eine besondere, geschlossene Gruppe gegenüberzustellen. Dem Körper nach unzweifelhaft in den Rahmen der Thierwelt gehörend, und in demselben höchstens zum Rang einer Ordnung berechtigt, steht der Mensch dem Geiste nach der ganzen übrigen Natur als etwas vollkommen Eigenartiges, Selbstständiges gegenüber und läßt keinen Zweifel über seine Berechtigung, ein Reich für sich neben dem der Pflanzen und Thiere darzustellen.

Hier in dieser Sonderstellung, die dem Menschen vor allen anderen Wesen der Besitz einer so hoch entwickelten

Digitized by Google

Seele anweist, liegt der Punkt, der zugleich Mittelpunkt seiner Bedeutung für die Erdkunde ist. Denn wenn der Mensch schon seinem körperlichen Wesen nach gleich den Pflanzen und Thieren Gegenstand der Erdkunde, welcher vor Allem obliegt, seine Verbreitungsgesetze zu erforschen, so wird er nach seiner geistigen Seite hin geradezu der ausschließliche Gegenstand einer Hälfte unserer Wissenschaft.

Man hat oft die ganze Erdkunde in diese Hälfte zusammenziehen wollen, was nicht gerechtfertigt ist; aber man würde auch fehlen, wenn man die Bedeutung derjenigen Theile unserer Wissenschaft geringschätzen wollte, welche mit dem Menschen einmal als hervorragendem Element in der organischen Schöpfung sich beschäftigen, dann mit ihm und seinen Werken als Theilen der Erdoberfläche, die ihn und sie bedingen und von ihm und ihnen wiederum aufs Tiefste beeinflußt werden. Manche sehen die ganze Geographie hierin. Einer der stimmberechtigtsten Vertreter unserer Wissenschaft hat gesagt: „Die Erdkunde lehrt uns die Erde als Wohnplatz des Menschen kennen, sie ist keineswegs eine bloße Schilderung der Erde mit ihren Meeren ꝛc., sondern indem sie uns die Oberfläche beschreibt, stellt sie den Menschen mitten in die Schöpfung hinein, zeigt, wie er einerseits von der ihn umgebenden Natur abhängig ist, andererseits versucht hat, sich dieser Abhängigkeit zu entziehen, und bildet somit das verknüpfende Band zwischen Naturwissenschaft und Geschichte.“ (Guthe in der Einleitung zu seinem Lehrbuch der Erdkunde.) Das geht zu weit nach der historischen Seite. Die Erde ist als Glied des Planetensystems und als Weltkörper Gegenstand der Wirkungen aller Naturkräfte, die wir kennen, und wirkt so auch auf alle Geschöpfe ein und unter ihnen auch auf den Menschen. Große Theile der Beziehungen, welche zwischen ihr und dem Menschen bestehen, sind rein körperlicher Art und gehören damit zweifellos dem Gebiet der naturwissenschaftlichen Erdkunde an. Aber gewiß kann, um mit C. Ritter zu reden, „die geographische Wissenschaft nicht des historischen Elementes entbehren, wenn sie eine wirkliche Lehre der irdischen Raumverhältnisse sein will und nicht ein abstraktes Machwerk, durch welches zwar der Rahmen und das Fachwerk zur Durchsicht in die weite Landschaft gegeben

Digitized by Google

sind, aber nicht die Raumerfüllung selbst." (C. Ritter, Ueber das historische Element in der geographischen Wissenschaft.) Und ebenso ist wieder die Geschichte auf die Erdkunde angewiesen, weil ihre Erscheinungen eines Schauplatzes bedürfen, um sich zu entfalten: „sie wird in ihren Gestaltungen überall, sei es ausgesprochen oder nicht, ein geographisches Element mit aufnehmen müssen, auch in ihre Darstellungen; sei es nun, daß sie, wie bei Thucydides und Johannes Müller, gleich zu Anfang ihrer Historien dieß in einem großen Ueberblick voranstellt, oder, wie bei Herodot, Tacitus und andern Meistern, in den Fortschritt ihrer Darstellungen einwebt, oder, wie bei noch Anderen, es auch übergeht und nur den Ton oder die Färbung durch dasselbe beibehält. In einer Philosophie der Geschichte, wie sie früher Baco und Leibnitz dachten, Herder entwarf, wie sie neuerlich auf mancherlei Weise fortzuführen gesucht ward, mußte diesem geographischen Elemente eine immer bedeutendere Rolle eingeräumt werden." (C. Ritter, ebendaselbst.) Wir sehen, daß aus der Natur der Sache sich innige Beziehungen der beiden Wissenschaften zu einander entwickeln. Werfen wir, um uns über dieselben klar zu werden, einen kurzen Blick auf das daraus erwachsende Verhältniß der Erdkunde zur Geschichte.

Erdkunde und Geschichte berühren sich darin, daß beide mit dem Menschen sich zu beschäftigen haben. Die Geschichte beschreibt die Geschicke der Völker in ihrer zeitlichen Aufeinanderfolge, während die Erdkunde die Vertheilung der Völker über die Erde, die Lage und Größe ihrer Staaten und Städte und herkömmlicherweise sogar ihren allgemeinen Zustand beschreibt, vorzüglich soweit er sich statistisch darstellen läßt. Aber während die Geschichte ausschließlich mit menschlichen Dingen beschäftigt ist, greift die Erdkunde darüber hinaus, weil sie die ganze Erde umfaßt, die ja nicht nur nicht überall von Menschen bewohnt oder überhaupt nur bewohnbar ist, sondern auch zahlreiche Eigenschaften bietet, welche ohne jede unmittelbare Beziehung zu dem Leben des Menschen sind. Ich erinnere an den Vulkanismus, an die Betrachtungen über das Erdinnere, an die Physik des Meeres, an Pflanzen- und Thiergeographie. So lange der Geograph diese Kapitel behandelt, muß er Naturforscher sein.

Digitized by Google

Hier ist die Erdkunde ganz Naturwissenschaft. Aber es gehört auf der anderen Seite zu ihrem Wesen, nicht bloß Naturwissenschaft zu sein. Weil eben der Mensch und die Werke des Menschen einen unentäußerbaren Theil ihres Forschungs- und Lehrgebietes bilden, nimmt sie auch ein geschichtliches Element in sich auf. Zunächst geschieht das in demjenigen Zweige der Erdkunde, den man als Kulturgeographie bezeichnet und dessen Zweck darin besteht, einen Erdraum nach allen jenen Richtungen zu beschreiben, in denen derselbe für den Menschen Bedeutung gewinnt, und nach allen jenen Richtungen, in denen der Mensch mit seinen Werken ihm eigenartige Züge aufgeprägt hat, ferner die Völker selbst zu schildern, welche ihn bewohnen, und ihre Länder, Wohnstätten u. s. f. in ihrer geographischen Anordnung aufzuzählen. Es geschieht zweitens in demjenigen Zweige, der als „Historische Geographie" und im Einzelnen als „Geographie des Alterthums, des Mittelalters, der Neuzeit" u. s. f. bezeichnet wird. Diese behandelt, nach Kieperts Ausdruck, „die älteren Zustände der Kulturländer auf geographischer Grundlage", sie ist also im Wesentlichen eine auf die Vergangenheit angewendete politische Geographie. Mit ihr hängt innig zusammen die „Historische Kartographie", welche die Grenzen der Staaten und anderer politischer, kirchlicher, administrativer u. dgl. Länderabschnitte, ferner die Lage der Wohnplätze, Verkehrswege u. s. f. so zeichnet, wie sie zu bestimmten Zeiten waren; diese ist also auch nur eine Anwendung der Kartographie auf Zustände der Vergangenheit. Die historische Geographie und Kartographie sind zwar einerseits besonders für die Alte Zeit sehr beschränkt durch die Enge des geographischen Gesichtskreises älterer Völker und so umfaßt z. B. die Homerische Geographie wenig mehr als das Mittelmeer und seine allernächsten Uferländer; aber die unendliche Reihe der Veränderungen, welche die Länder, Bezirke, Städte, Wege der Völker im Laufe der Zeit erfahren haben und noch immer erfahren, machen den Stoff dieses Wissenschaftszweiges zu einem ungewöhnlich reichen und praktisch wird die historische Geographie zu einer Wissenschaft für sich, wenn sie auch theoretisch nichts als eine Anwendung ist. Ihre Hauptresultate hat übrigens

Digitized by Google

die politische Geographie zu übernehmen und zu verarbeiten, denn die Zustände der Gegenwart, welche ihr Vorwurf sind, werden nicht zu verstehen sein ohne Kenntniß ihres Gewordenseins. Aber in noch näheren Beziehungen steht allerdings die historische Geographie zur Geschichtschreibung. Denn einerseits ist es das Geschäft der letzteren, den Stoff zu sammeln, welchen jene geographisch ordnet, andererseits verlangt sie dafür die genauesten Angaben über die Schauplätze der geschichtlichen Ereignisse. Thatsächlich wird sie dadurch Gehülfin der Geschichtschreibung, was aber nicht aufhebt, daß sie ursprünglich Schülerin der Erdkunde gewesen sein muß. Sie trägt der Geschichtschreibung wissenschaftlichen Stoff zu, den sie bei der Erdkunde gesammelt; sie nützt für die Zwecke jener das, was sie bei dieser gelernt hat und nirgends anders als bei ihr lernen *konnte*. Kurz, sie ist ihrem Wesen nach ein Zweig der Erdkunde, aber ein sehr weit weggewachsener. Dieses Verhältniß rechtfertigt es aber sicherlich nicht, wenn darum die ganze Erdkunde als Hülfswissenschaft der Geschichte angesprochen wird, wie es vor Allem in der pädagogischen Praxis geschieht, wo die Erdkunde als Lehrgegenstand häufig nur berechtigt erscheint, weil und insoweit sie die Zwecke der Geschichte fördern kann. —

Treten wir näher heran an das *geographische Element in der Geschichte*, so entsteht die nächste Frage: *Welche Eigenschaften der Einzelmenschen oder der Menschheit sind auf die Wirkungen der umgebenden Natur zurückzuführen?* Diese Frage ist nicht ohne Schwierigkeit in Hinsicht der bleibenden Eigenschaften des Einzelmenschen, weil in der kurzen Lebenszeit desselben die Einwirkungen der umgebenden Natur oft nicht den Spielraum finden, welcher nothwendig ist zu ihrer vollen Entfaltung; es braucht Generationen dazu. Ist aber eine Zeit verstrichen nach der Aneignung irgend einer Eigenschaft, so ist es oft unmöglich, ihren Ursprung zu erkennen, zumal wenn der Mensch, welcher sie besitzt, sich unter andere Umstände begibt, als die waren, welche durch ihren Einfluß dieselbe bei seinen Vorelten erzeugten. Diese Eigenschaft kann dann so beständig geworden sein, daß sie nicht leicht wieder zu verwischen ist, so z. B. die dunkle Farbe der Neger, von der wir glauben, daß sie

Digitized by Google

die Wirkung eines lang anhaltenden Lebens unter dem Einfluß tropischer Hitze und Feuchtigkeit sei. Man behauptet zwar, daß die Neger in Nordamerika nach mehreren Generationen heller würden; aber es ist das nur eine Behauptung, wenn auch keine an sich unwahrscheinliche. Niemand hat thatsächlich einen Neger heller werden sehen, und selbst wenn die Beobachtung vorliegt, frägt es sich immer noch, ob es unter dem Einfluß geringerer Wärme oder trockeneren Klima's oder sonstiger Naturumstände geschah. Jede bleibende Eigenschaft der Einzelmenschen führt uns an diese Klippe unserer allzu kurzzeitigen Beobachtung. Es ist nicht ebenso mit jenen Eigenschaften und Zuständen des Menschen, welche vorübergehend sind, welche der Einzelne sich aneignet oder welche ihm von außen her angeeignet werden. Diese können wir in ihrer ganzen Entwicklung, auf allen Stufen ihrer Wirksamkeit verfolgen und sie sind in Folge dessen wissenschaftlicher Beobachtung und Schlußziehung zugänglicher als jene.

In der Verbreitung des Menschen über die Erde tritt die geographische Bedingtheit seines Daseins am klarsten hervor. Gewisse Räume sind seiner Organisation so zusagend, daß sie in großer Zahl und Mannigfaltigkeit ihm zu Wohnstätten dienen können, andere bieten ihm nur beschränkte Existenzmöglichkeiten, andere schließen ihn aus: alles je nach den geographischen Eigenschaften, welche ihnen zukommen. Der Mensch ist vor Allem ein landbewohnendes Wesen und ist luftathmend. Aus der Tiefe des Wassers ist er also ausgeschlossen. Er hat es zwar mit seiner Kunstfertigkeit dahin gebracht, nicht nur zeitweilig wie andere Thiere auf dem Wasser zu verweilen, sondern dauernde Wohnungen auf demselben zu errichten. Aber das kann er doch nur in der Nähe des festen Landes, indem er entweder eine wasserbedeckte Strecke theilweise in Land verwandelt, wie er es in Venedig oder Amsterdam vermochte, oder auf Pfählen seine Wohnungen errichtet, wie es die alten Pfahlbauer in Seen und Flüssen Mitteleuropa's thaten und manche Völker der Jetztzeit es im indischen Archipel, in Hinterindien, in Mittelamerika thun, oder endlich indem er Flöße und Schiffe zu dauernden Wohnstätten benützt, wie es von Millionen in China geschieht. Die einen großen Theil ihres Lebens auf

Digitized by Google

Schiffen verbringende Bevölkerung beträgt selbst in Europa über 2 Millionen. Aber die Thatsache allein, daß, so wie die Pfahlbauer, auch unsere Wasserbewohner ihre Hauptnahrung doch dem Lande entnehmen und daß sie die Leichname der Erde übergeben, bezeugt zur Genüge den vorübergehenden Charakter dieses Hinübergreifens der Wohnstätten vom Lande auf das Wasser. Ja, viele Völker haben sich sogar nie dazu erhoben, in ausgiebigem Maße die Schranken zu durchbrechen, welche das Meer um die Wohnsitze legt, welche sie innehaben, so daß sie immer nur bei einer sehr beschränkten Wanderfähigkeit stehen geblieben sind.

Nur in geringem Maße haben wohl passive Wanderungen, welche bei der Verbreitung der Pflanzen und Thiere so wirksam sind, auch zur Verbreitung der Menschen über die Erde beigetragen. Der Mensch hängt zu sehr von der Erde ab, um ohne Vorbereitung längere Zeiträume von ihr sich loslösen zu können. Unfreiwillige Fahrten auf Eisfeldern, wie wir sie zu verschiedenen Malen die Polarfahrer in unserem Jahrhundert haben machen sehen, sind nur gelungen, wo es diesen Schiffbrüchigen möglich war, reichliche Vorräthe auf ihr zerbrechliches Floß zu schaffen. Wir kennen freilich zufällige Wanderungen in Menge aus den inselreichen Theilen des Stillen Meeres, aber dieselben werden dort erleichtert durch die Trefflichkeit der Fahrzeuge und die Geschicklichkeit der Eingeborenen in der Handhabung derselben. Als Cook 1777 nach Watiu kam, fand sein tahitanischer Begleiter Mai dort 3 Landsleute, den Rest von 20, welche 12 Jahre vorher dahin verschlagen worden waren. Watiu liegt 1200 Kilometer südwestlich von Tahiti. Beechey fand 1825 auf der Insel Byam-Martin 40 Männer, Weiber und Kinder, den Rest von 150, die einige Zeit vorher von Maïatea, 400 Kilometer östlich von Tahiti, nach letzterer Insel geschifft waren, aber von einem zu früh eintretenden Monsun nach der 1000 Kilometer entfernten Burrow-Insel verschlagen wurden, die sie wegen ihrer Sterilität verließen, um nach Byam-Martin überzusiedeln. Es ist bemerkenswerth, daß der Weg von Maïatea nach der Barrow-Insel ganz gegen die Richtung des Passat liegt. 1816 fand Kotzebue auf den Radak-Inseln einen Eingeborenen von Ulea (Carolinen), der mit 3 Anderen, beim

Digitized by Google

Fischfang verschlagen, einen Weg von 2700 Kilometer gegen den Passat zurückgelegt hatte. Auch im Nordpacifischen Meere sind Fälle, wo Formosaner, Liukiu-Insulaner oder Japanesen nach China oder Korea oder umgekehrt Chinesen nach Korea, Japan u. s. w. verschlagen werden, nicht sehr selten. Aber dieß sind inselreiche Gebiete. Wir kennen dagegen keinen Fall, daß Chinesen oder Indianer quer über das Stille Meer durch Zufall verschlagen worden wären oder daß ein ähnlicher Austausch zwischen Amerika und Europa stattgefunden hätte.

Viel wirksamer ist die bewußte, absichtliche Wanderung, welche durch die Erfindung der Schifffahrt ermöglicht worden ist. Was diese Erfindung betrifft, so sagt mit Recht ein neuerer Geschichtschreiber der Schifffahrt: „die ausschließliche Ehre der Erfindung ist zu groß, um einem einzigen Menschen zugetheilt zu werden“ [1]). Diese Erfindung liegt für alle Menschen, die in der Nähe schiffbarer Wasser wohnten, so nahe, daß man sie zu denen rechnen kann, welche oft gemacht worden sind, um oft wieder verloren zu werden. Sie gehört in dieselbe Klasse mit einer langen Reihe von ähnlichen Erfindungen, die man vor Allem nothwendige nennen kann, weil sie starke und in allen Lagen einmal auftretende Bedürfnisse decken. An verschiedenen Orten sind verschiedene Menschen zur Anwendung naheliegender Mittel angeregt worden, um sich auf das Wasser zu begeben. Schwimmende Baumstämme mögen die ersten Versuche des Floß- und des Kahnbaues, schwimmende aufgeblähte Thierleichen die ersten Versuche zum Uebersetzen von Flüssen vermittelst luftgefüllter Schläuche oder Blasen angeregt haben. Auf dieser Stufe finden wir noch heute die Schifffahrt bei einer Anzahl von Völkern und dieses Stehenbleiben ist ein Beweis für die Zweckmäßigkeit der ältesten und einfachsten Erfindungen, der Leichtigkeit, mit der dem einfachen Bedürfnisse durch eine einfache Erfindung Genüge geleistet werden konnte. Heute wie vor 2½ Jahrtausenden befahren die Bewohner des Tigris diesen Fluß mit Flößen, deren Tragkraft durch Schläuche verstärkt ist und welche man schon auf den Bildwerken des

[1]) Lindsay, W. S., History of Merchant-Shipping. 1874. I, 21.

Digitized by Google

alten Ninive abgebildet findet. Dieselbe Sitte fand v. Hügel unter den Anwohnern des Sudletsch. Aber die Tigris-Anwohner benützen daneben auch aus Zweigen geflochtene Fahrzeuge, welche durch Erdpech wasserdicht gemacht sind. In Wales kreuzt man reißende Flüsse auf Flechtwerk, das mit Leder überzogen ist, und Plinius beschreibt solche Fahrzeuge bei den alten Briten. An den Einbaum unserer Seen braucht man wohl kaum zu erinnern. Die ersten Boote dürften ausgehöhlte Baumstämme, aber jedenfalls mit flachen Böden versehen gewesen sein und man wird zuerst ruhige Flüsse und Seen befahren haben. Der Kiel kam erst hinzu, als man sich auf die See hinauswagte. Unser „Einbaum", d. h. der aus einem einzigen Baumstamm mit Feuer oder Aexten ausgehöhlte Kahn ist wohl als eine der ursprünglichsten, in Jahrtausenden nur wenig veränderten Erfindungen auf diesem Gebiete zu betrachten.

Es gibt sehr wenige am Wasser wohnende Völker, welche nicht zur Schifffahrt fortgeschritten sind. Aber weitaus die meisten haben eine niedere Stufe dieser Kunst nicht überschritten. Nur einige von den zahllosen amerikanischen Indianerstämmen, mit welchen die Europäer im 16. Jahrhundert in Berührung kamen, kannten z. B. den Gebrauch des Segels, und so haben sich die Afrikaner nie von den Küsten weggewagt. Man schreibt das der ungünstigen Küstengliederung zu. Aber auch die britischen Kelten scheinen nie eigentliche Seefahrer gewesen zu sein. Aber lang geübte Küstenfahrt ist die beste Schule der hohen Seeschifffahrt. Die Küstenfahrt erfordert mehr Geschicklichkeit als jede Fahrt auf hoher See, wenn sie auch weniger Ansprüche an den moralischen Muth stellt. Sie hat stets die besten Seeleute gebildet und so haben die Phönicier, Karthager, Griechen und Portugiesen ihre großen Entdeckungen durch Küstenfahrten vorbereitet oder gemacht.

Die stilleren Wasser der Seen und Flüsse gestatteten leichtere Schifffahrt als das Meer, aber daß kein nothwendiger Fortschritt von hoch entwickelter Binnen-Schifffahrt zur Seeschifffahrt führte, lehren die Aegypter, welche massenhaft Fluß- und Kanalböte hatten (Herodot sagt, daß bei einem Feste sich 700,000 Menschen auf Schiffen versammelten), die

Digitized by Google

sinnreich gebaut waren, und welche dennoch ihre Seeschifffahrt durch Phönicier und Griechen besorgen ließen.

Viel weniger schwer ist natürlich die Wanderung am Lande. Hier gibt es außerhalb der ohnehin menschenleeren äußersten polaren Regionen keine absoluten Hindernisse. Die Wasserflächen der Seen und die Sümpfe können umgangen, die Flüsse an irgend einem Punkte durchfurthet, die höchsten Gebirge in ihren nie fehlenden Pässen überschritten werden; die Wüsten, welche die größten Hindernisse des Wanderns am Lande bieten, sind durch die Oasen, von welchen sie unterbrochen werden, durchschreitbar gemacht. Absolute Schranken, wie sie der Völkerverbreitung im Meere gesetzt sind, hat die Natur des festen Landes nicht. Dafür setzt sich der Mensch selbst ein Hinderniß in seiner Trägheit, welche sich selbst an kleineren Hindernissen stößt, solange nicht eine dringende Nothwendigkeit zur Ueberwindung derselben antreibt. Hannibal und Cäsar fanden es nicht schwer, die höchsten Gebirge im Umkreis ihrer Welt mit Armeen zu überschreiten, aber diese Schranken blieben nichtsdestoweniger für alle ihre Volksgenossen bestehen, welche nicht von der gleichen unwiderstehlichen Energie getrieben waren. Man umging womöglich die Gebirge und selbst wo man sie durchschreiten mußte, geschah es nur auf bestimmten Wegen, von denen man nicht gerne abwich und eine Reihe der trefflichsten Alpenpässe, wie Simplon, Gotthard, Gemmi, Grimsel, Furka, ist daher den Alten unbekannt geblieben. So war überhaupt ihre Gebirgskenntniß eine sehr beschränkte. Die Alten haben weder Namen für Mont Blanc noch Monte Rosa noch Matterhorn auf uns gebracht, ebensowenig für Mont Cenis oder Tabor. Mont Genèvre ist in dem Massiv des Mons Matrona inbegriffen. Auch von den Gipfeln der Berner, lepontinischen, rhätischen Alpen haben sie uns keinen Namen gegeben und den Jura überschritt noch im 1. Jahrhundert n. Chr. nur die eine Straße über den Pas de l'Ecluse. Ueber die Pyrenäen führte nur die eine Heerstraße Gerona-Perpignan. Diese Unbekanntschaft mit den Gebirgen prägt sich aber noch viel schärfer darin aus, daß wir selbst ja erst seit kaum 100 Jahren wissen, welches die höchsten Gipfel der Alpen sind.

Die Gebirge werden zu starken Scheidewänden der Völker,

Digitized by Google

indem sie ebensowohl hoch als breit dadurch schwer zu ersteigen und schwer zu durchmessen, in ihren höheren Theilen auch dünn bevölkert sind. Die Flüsse sind viel geringere Hindernisse, denn nur die Tiefe ihres Wassers macht sie schwer überschreitbar und diese ist von Natur sehr ungleich. Nur die Gebirge und das Meer scheiden scharf genug, um Grenzen zu bilden. Die Flüsse können als politische Scheidelinien dienen und politische Grenzen ersetzen, aber zu keiner Zeit würden sie Naturgrenzen ersetzen können. Nur weil Rom es für gut fand, die Grenzen seiner Herrschaft am Rhein und Donau zu ziehen, hat der Lauf dieser Flüsse Stämme geschieden, die verschieden von einander sind. Wie wenig hat gerade der vielberühmte Rhein sich als Völkergrenze bewährt. Lange vor den zwei berühmten Rheinübergängen Cäsars (55 und 53) hatten die Germanen denselben oft überschritten, bald als Hülfsvölker, bald auf Eroberungs- oder Raubzügen. Noch im Herbst 53 zogen 2000 Sigambern über den Strom, einen anderen Uebergang derselben meldet Dio Cassius aus 16 v. Chr. Mit Recht sagt ein französischer Geograph: „Der Rhein hat alles gesehen, alles erfahren, nichts gehindert; beweglich und unbeständig wie seine raschen Wellen, hat er niemals die Völker durch Schranken getrennt, wie sie in Gestalt der Alpen und Pyrenäen zwischen Völkern und Rassen aufgerichtet sind. (Désjardins, Géographie de la Gaule, I, 115, vergl. Tacitus, Germania 28.) Und so sind weder Uralfluß noch Wolga im Stande gewesen, die aus der Kirgisensteppe vordringenden Hunnen zurückzuhalten. Als diese aber endlich ihren Einfall in die Krim machten, welcher die Völkerwanderung eröffnete, setzten sie sogar über den Ausfluß der Mäotis, welche doch an der schmalsten Stelle noch immer $^5/_8$ deutsche Meilen breit ist.

Statt Schranken aufzurichten, sind im Gegentheil die Flüsse viel eher geeignet, Schranken einzureißen, welche zwischen Völkern bestehen. Der Rhein hat im Alterthum Gallier und Germanen zusammengeführt, die im häufigen Verkehr manche Eigenthümlichkeiten abschliffen oder austauschten und dieselbe Rolle hat er wieder in der neueren Zeit übernommen, so lange deutsche und französische Herrschaft durch ihn abgegrenzt wurden. Die Flüsse und ihre Thäler sind Verkehrsstraßen

Digitized by Google

und auf diesen Straßen sind die Völker nicht getrennt zu halten. Mögen die Flüsse gute strategische und Zollgrenzen abgeben, so sind sie als Völkergrenzen und politische Grenzen um so unwirksamer.

In viel höherem Maße abgrenzend wirksam sind die Wüsten, welche in dieser Funktion den hohen Gebirgen am nächsten stehen. Sie sind unwegsam wie diese, oft noch unwegsamer. Naturvölker, welche ausgebildeter Beförderungsmittel in Gestalt der Lastthiere entbehren und welchen zugleich die Anregungen zu weiteren Reisen fehlen, sind geradezu von ihnen ausgeschlossen. Sogar auf die Steppen dehnt sich diese Ausschließung aus, denn es ist heute kaum mehr zweifelhaft, daß die Prärien Nordamerika's und die Pampas des La Plata-Gebietes vor der Ankunft der Europäer gemieden wurden von den Indianern. Der Naturmensch vermeidet baumlose Gegenden durchaus, so lange ihm das Pferd fehlt. Noch immer trennt die Sahara die zwei Rassen Afrika's und wir finden südlich von der Kalahari andere Volksstämme als nördlich derselben. In Nordamerika helfen Wüsten und Hochgebirge zusammen, die pacifischen Stämme von denen des Innern zu sondern und in Ostasien ist die Grenze zwischen Kulturland und Wüste die Grenze der Chinesen und Mongolen. Immer ist die Wüstengrenze auch Kulturgrenze, denn die Wüste erlaubt im besten Falle nur nomadisches Dasein. Nur Handelsstraßen führten schon früh durch die Wüsten.

Bei der Beschränkung der weitaus größten Zahl der Menschen auf das Land prägt sich die Anordnung des Festen und Flüssigen auf der Erde, deren Hauptzug die Gruppirung des ersteren zu zwei großen Landmassen — Asien-Europa-Afrika-Australien auf der einen, Amerika auf der anderen — zunächst in der geographischen Vertheilung der Menschenrassen aus. Halten wir an den 5 alten Blumenbach'schen Rassen fest, so gehört die rothe oder amerikanische ausschließlich der einen dieser Landmassen, der westlichen oder amerikanischen an, während die 4 anderen in die östliche Landmasse sich theilen und zwar in der Art, daß die Kaukasier hauptsächlich in Europa und Westasien, die Mongolen in Ost- und Innerasien, die Aethiopier in Afrika und die Malayen in Australien wohnen. Dieser letztere Erdtheil, in welchen wir

Digitized by Google

selbstverständlich auch Polynesien aufnehmen, ist der einzige Theil der östlichen Landmasse, welcher inselhaft gesondert ist von den anderen, und es ist bemerkenswerth, daß er zugleich der einzige ist, welcher vor der europäischen Einwanderung nur von einer einzigen Rasse bewohnt ward.

Wir dürfen also als einen ersten Schluß aus der Betrachtung der geographischen Verbreitung der Menschenrassen hervorheben, daß die einzigen von den 5 Erdtheilen, welche von Einer Rasse ursprünglich ausschließlich bewohnt waren, Amerika und Australien sind, d. h. diejenigen, welche zugleich als Insel-Erdtheile den 3 untereinander zusammenhängenden Europa-Afrika-Asien gegenüberstehen.

Eine zweite Hauptthatsache der Vertheilung der Landmassen über die Erde ist ihr Zusammentreten im Norden und ihr Auseinanderstreben im Süden. Auch diese prägt sich deutlichst in der Verbreitung der Rassen aus, denn eine und dieselbe Völkergruppe, welche von Einigen als besondere „Hyperboräische Rasse", von uns indessen nur als Zweig der mongolischen aufgefaßt wird, bewohnt alle nördlichsten Theile der Erde, sowohl in der Neuen als der Alten Welt, soweit dieselben überhaupt bewohnt sind. Sie bildet entsprechend den Verhältnissen in der Pflanzen- und Thier-Verbreitung eine einzige circumpolare Völkergruppe. Im Gegensatz zu dieser ethnographischen Einheitlichkeit der arktischen steht die ethnographische Zertheilung der antarktischen Region. Dort finden wir die letzten dauernden Bewohner auf den Südspitzen der drei Erdtheile Afrika, Amerika, Australien und dieselben gehören ebensovielen Rassen an als dieß Erdtheile sind.

Ist diese Einheitlichkeit der Bewohnerschaft des fernen Nordens eine Wirkung der dortigen großen Annäherung der Erdtheile, die durch die gewaltigen Eismassen ja nahezu eine Verschmelzung wird, so darf man erwarten, eine ähnliche Einheitlichkeit auch dort zu finden, wo in ähnlicher Weise, wenn auch vielleicht nicht ganz so innig, die Erdtheile einander nahetreten. Nirgends findet dieß nun so entschieden statt als im Umkreise des Mittelmeeres, wo Asien, Afrika und Europa so nahe zusammentreten, daß wir regem Völker-

Digitized by Google

verkehr der drei Erdtheile dort schon im Beginn der ältesten Geschichte begegnen und Spuren solchen Verkehres in die vorgeschichtlichen Zeiten zurückverfolgen können. Es ist gewiß kein Zufall, daß man in neuerer Zeit für die kaukasische Rasse den Namen „mittelländische Rasse" in Anwendung gebracht hat, weil die Wohnsitze dieser Rasse rings um das Mittelmeer in den drei dasselbe umschließenden Erdtheilen gelegen sind. Thatsächlich beruhen diese beiden geographischen Benennungen „circumpolare" und „mittelländische" Rasse auf sehr ähnlichen geographischen Verhältnissen, nämlich auf dem nahen Zusammentreten der sonst weit voneinander getrennten Landmassen.

Noch an zwei Stellen der Erde findet man Annäherungen von Erdtheilen, wenn auch nicht in so ausgedehntem Maße wie um den Polarkreis und in der mittelmeerischen Region. Es ist in der Behrings-Straße und in der Inselwelt Südasiens. Diese baute eine Inselbrücke zwischen Asien und Australien, während in jener Amerika mit seinem nordwestlichsten und Asien mit seinem nordöstlichsten Ende so nahe zusammentreten, daß nur noch eine Meerenge von 10 Meilen Breite dazwischen liegt, aus welcher aber zum Ueberfluß Inseln sich erheben, die diese Entfernung noch verringern. Ist es auffallend, daß wir auch hier eine und dieselbe Rasse auf dem Boden zweier Erdtheile finden? Die Völkerkunde lehrt sprachliche Bezüge und deutliche Anklänge, wenn nicht Uebereinstimmungen zwischen den Bewohnern Nordost-Asiens und Nordwest-Amerika's, Anklänge, die dann nordwärts sich in die polaren Regionen fortsetzen, so daß man sich berechtigt glaubt, in den Nordwest-Amerikanern und Nordost-Asiaten Glieder der hyperboräischen oder circumpolaren Völkergruppe zu erkennen. Die Malayen aber sind nicht bloß in der ganzen südasiatischen Inselwelt verbreitet, sondern gehen über dieselbe hinaus in jenen Theil Australiens, welchen man Polynesien nennt; dort wohnen sie von Neuseeland bis nach Formosa und von der äußersten Westgrenze, ob man sie nun bei Celebes oder den Marianen ziehe, bis zur letzten bewohnten Insel im Osten, der Osterinsel.

Welchen anderen Schluß ergeben diese Thatsachen, als daß die Erdtheile, wiewohl vorwiegend jeweils von

Digitized by Google

einer besonderen Rasse bewohnt, dort, wo sie sich am meisten einander nähern, zum gemeinsamen Wohnplatz einer und derselben Rasse werden. Ja, im Falle der Circumpolaren Völkergruppe und der Mittelländischen Rasse umschließen diese merkwürdigen Erdstellen, die durch das Zusammentreffen nachbarlich sich nähernder Erdtheile ausgezeichnet, und man kann wohl hinzufügen, begünstigt sind, große eigene, bestimmt charakterisirte Gruppen von Völkern.

Es wurde bereits darauf hingewiesen, daß die Erdtheile andererseits sehr weit verschiedene Rassen dort hegen, wo sie am weitesten voneinander abstehen. Man würde sagen, die weitest verschiedenen, wenn eine Grad-Abstufung der Verschiedenheit nicht allzu schwer zu bestimmen schiene. Wir haben gesehen, wie der Gegensatz zu der Uebereinstimmung der circumpolaren Völker in der größtdenkbaren Verschiedenheit der Bewohner der drei südhemisphärischen Theile Afrika's, Amerika's und Australiens hervortritt, die in ihren menschlichen Bewohnern keine geringere Trennung erkennen lassen, als in ihrer geographischen Lage. Aehnliches tritt uns entgegen, wenn wir die am Mittelmeer von Einer Rasse bewohnten Erdtheile Asien, Afrika und Europa an den von diesem „inneren Meere" entlegensten Punkten ins Auge fassen. Wir finden Aethiopen in Süd-Afrika und Südost-Asien und Mongolen in Nord-Europa. Amerika und Asien gehen am Kap Hoorn und Comorin ebenso weit in ihren Bevölkerungen auseinander, wie sie an der Behrings-Straße ähnlich sind, und so sind die Ost-Australier weit verschieden von den West-Asiaten entsprechend der großen Entfernung, welche sie trennt, während in der Mitte der Linie, die sie verbindet, die Malayen beiden Erdtheilen gemein sind. Man darf aus diesen Thatsachen den Schluß ziehen, daß die Bevölkerungen der verschiedenen Erdtheile einander am unähnlichsten da sind, wo sie räumlich weit voneinander entfernt liegen. Ein besonderer Fall dieses Gesetzes liegt in der bemerkenswerthen Erscheinung vor, daß eine Insel, welche zweierlei Bevölkerungen umschließt, häufig nach zwei verschiedenen Seiten Aehnlichkeiten aufweist mit größeren Völkergruppen, die nach diesen Seiten hin wohnen. So ist z. B. der China

Digitized by Google

zugewandte Westen von Formosa chinesisch, der dem Stillen Ocean zugewandte Osten malayisch, und so ist der malayische Theil von Madagaskar der dem malayischen Wohngebiet zugewandte östliche und ebenso der germanische Theil von England der Deutschland am nächsten liegende.

Nicht immer sind so große Entfernungen der Länder nöthig, wie wir sie eben angenommen, um sehr bedeutende Unterschiede ihrer Bewohnerschaft zu erzeugen. Es genügt, daß ein völkerscheidendes Element zwischen zwei Wohngebiete tritt, wie wir es in Afrika in den Wüsten der nördlichen und südlichen Passatregion, in Amerika in den Cordilleren, anderwärts in Meeresarmen wirksam werden sehen. Aber offenbar sind immer die Meeresgrenzen die wirksamsten. Es zeigt sich dieß in der Bevölkerung der Inseln. Die Torres-Straße scheidet die Papuas von den Australiern, die Baß-Straße diese von den Tasmaniern, die Mozambique-Straße eine halbmalayische Bevölkerung Madagaskars von den Negern, die Fukian-Straße die Malayen Formosa's von den Chinesen. Im Vergleich mit allen anderen natürlichen Grenzscheiden der Völker sind die vom Meere gebildeten dadurch ausgezeichnet, daß sie absolut sind. Wenn die Sahara oder das Himalaya-Gebirge wegen ihrer Unwohnlichkeit völkerscheidend auftreten, so sind sie selbst doch nicht so unwohnlich, daß nicht von der einen oder der anderen Seite Völker sich auf ihr Gebiet ausbreiten und den Grenzstrich in bunter Mischung bewohnen können. Die Grenze wird hier durch eine neutrale, gemischte oder vermittelnde Zone gebildet. Aber das Wasser als dauernd unbewohnbares Element kann absolute Grenzen bilden und so kommt es, daß, wenn auch Inselbevölkerungen gewöhnlich im Allgemeinen übereinstimmen mit der Bevölkerung des nächstgelegenen Festlandes, sie doch weiter von den einzelnen Gruppen desselben abweichen, als diese voneinander. Der Unterschied der Tasmanier von irgend einer Gruppe der Australier war größer als die Unterschiede der entlegensten Gruppen der letzteren voneinander, und so stehen die Kelten Großbritanniens den übrigen Völkern Europa's so scharf geschieden gegenüber, wie es weder vom romanischen noch germanischen noch slavischen Stamme behauptet werden könnte. Die Japanesen weichen körperlich und geistig weiter

Digitized by Google

von allen anderen Mongolen ab als z. B. die hochkultivirten Chinesen von den rohen Buräten. Und doch wohnen sich Chinesen und Japanesen sechsmal näher als Chinesen und Buräten. Ja, darf man nicht selbst behaupten, daß die heutigen Briten trotz ihrer nahen Verwandtschaft mit kontinentalen Völkern weiter von diesen in Sitten und Gebräuchen abweichen als die letzteren untereinander? Und das trotz des alten, massenhaften, unaufhörlichen Verkehres zwischen diesen Inseln und ihrem Festlande. Wie sehr diese Regel ins Einzelne zu verfolgen ist, lehren die Eigenthümlichkeiten selbst so kleiner Inselbevölkerungen wie unserer friesischen Eilande, der Faröer, sogar der Insel Man, die doch nur Meeresstraßen vom Lande trennen: die Bevölkerungen der Inseln sind in einigen Fällen völlig andere als die des nächstgelegenen Festlandes oder der nächsten größeren Insel; aber auch wo sie ursprünglich derselben Rasse oder Völkergruppe angehören, sind sie immer weit von derselben verschieden; und zwar, kann man hinzusetzen, in der Regel weiter als die entsprechenden festländischen Abzweigungen dieser Rasse oder Gruppe untereinander.

Am schärfsten ist die völkerscheidende Funktion des Meeres ausgesprochen in den ursprünglich unbewohnten Inseln. Diese stellen die einzigen selbstständig abgeschlossenen Erdräume dar, welche ursprünglich ohne jede menschliche Bevölkerung waren oder noch heute es sind. Die wichtigsten von ihnen sind folgende: In der Polarzone Spitzbergen, Jan Mayen und Bären-Insel, Franz Josephs-Land, Nowaja Semlja, die Neusibirischen Inseln, Wrangels-Land, die Inseln des nordamerikanischen Polar-Archipels nördlich von Melville- und Lancaster-Sund. In Europa Island, die Faröer, Lofoden, Madeira, die Azoren. In Asien die westlichen Aleuten und viele von den Kurilen. In Afrika die Kap Verden und die Amiranten. In Amerika die Bermudas und Falklands-Inseln im Atlantischen und, mit Ausnahme der Aleuten, alle nicht unmittelbar an der Küste gelegenen Inseln im Stillen Meere, wie die Revillagigedos, Galopagos, Chinchas. In Polynesien eine Anzahl von kleinen Inseln, vorzüglich Koralleninseln und kleinen Vulkaninseln. Unter den oceanischen Inseln alle im

Digitized by Google

Atlantischen und Indischen Ocean, dann alle Inseln und alles Land südlich vom Parallel des Kap Horn. Faßt man die Lage dieser Inseln näher ins Auge, so findet man, daß zu ihnen mit Ausnahme der in hohen Breiten liegenden und darum aus klimatischen Gründen unbewohnten oder nicht sehr zur Bewohnung einladenden nur solche Inseln und Eilande gehören, welche weit von Festländern oder größeren Inseln abgelegen sind; ferner, daß die meisten von ihnen Einzelinseln oder sehr vereinzelte Gruppen aus wenigen Inseln bestehend sind; endlich daß, immer abgesehen von den beiden Polarregionen, der Atlantische Ocean mehr unbewohnte und doch bewohnbare Inseln umschließt als alle anderen Meere zusammengenommen, trotzdem er der inselärmste von allen ist. Im inselreichsten Stillen Meere sind fast alle bewohnbaren Inseln schon bei der Ankunft der Europäer bewohnt gewesen, im inselärmsten Atlantischen Meer waren es nur die den Küsten zu allernächst gelegenen.

Die Reihe der nur seit einigen Jahrhunderten bewohnten Inseln, die wir in der vorstehenden Aufzählung in denjenigen Fällen aufnahmen, wo wir geschichtliche Belege besitzen für ihre nur kurz zurückdatirende Unbewohntheit, läßt sich noch in lehrreicher Weise erweitern, wenn wir auch auf diejenigen unsere Aufmerksamkeit richten, welche nach glaubwürdigen Ueberlieferungen ihrer heutigen Bewohner oder aus sonstigen guten Gründen als in einer nicht weit zurückliegenden Zeit unbewohnt betrachtet werden können. Wir gewinnen dann auch im Stillen Ocean zwei wichtige Inselgruppen, nämlich die neuseeländische und die hawaïische für die Reihe der unbewohnten Inseln. Ja, vielleicht dürfen wir dann alle polynesischen Inseln östlich von den Fidschi- und Gilbert-Inseln als noch vor einigen Jahrhunderten unbewohnt ansehen. Der Raum der Bewohntheit würde sich damit auch im Pacifischen Ocean erheblich einschränken und zwar würde er viel mehr in die Nähe der beiden Festländer Asien und Australien, sowie gegen den Aequator zurückgeschoben werden. Wir würden dann noch mit größerem Rechte den Schluß als allgemein bezeichnen können, daß die meisten unbewohnten, aber bewohnbaren Inseln fern von den Festländern und größeren Inseln oder Inselgruppen gelegen sind; und ferner,

Digitized by Google

daß die Unbewohntheit der Inſeln eine größere Ausdehnung findet in den gemäßigten und kalten als in den äquatorialen Regionen. Laſſen wir aber die polyneſiſchen Inſeln aus dem Spiele, ſo iſt es ſicher, daß die bewohnbaren, aber unbewohnten Inſeln immer vereinzelte Inſeln oder kleine Inſelgruppen ſind.

In der bemerkenswerthen Thatſache, daß wir mehr bewohnte Inſeln an den aſiatiſchen als an den amerikaniſchen und europäiſchen Küſten finden, liegt wohl ein Beweis dafür, daß dort früher eine ſtarke Bevölkerung beſtand, welche durch ihre Dichtigkeit zum Wandern gedrängt wurde, während Amerika und Europa ſich ſpäter bevölkerten und dünner bevölkert waren, demgemäß auch viel ſpäter erſt die in ihrem Umkreiſe liegenden Inſeln zu bevölkern bezw. zu koloniſiren vermochten. Hierbei mag indeſſen auch auf die geographiſch wohl begründete Thatſache hingewieſen werden, daß nicht immer die Inſeln von ihrem nächſtgelegenen Feſtlande, ſondern oft der Küſte entlang koloniſirt worden ſind. Man kennt die Fahrt des Karthagers Hanno, der Kolonien von vielen Tauſend Menſchen an der nordweſtafrikaniſchen Küſte gründete und bis nach der Sierra Leone hinunterkam. Ebenſo haben oft genug die Küſten eine urſprünglich andere Bevölkerung als das Binnenland (Griechen Kleinaſiens, Germanen Schottlands, Malayen des Sunda-Archipels).

Auch die geſchichtliche Stellung der Inſelvölker iſt durch das Merkmal der Abſonderung bezeichnet, welche allerdings zu ethnographiſch verſchiedenſten Ergebniſſen führen kann. Handelt es ſich um Völker, welche der Anregung von außen her bedürfen, ſo wird der Mangel derſelben ſie in noch tiefere Barbarei verſenken als ihre feſtlandbewohnenden Stammverwandten. Wenn im Ganzen und Großen den Negern Afrika's eine höhere Kulturſtufe angewieſen werden kann als denen Auſtraliens und überhaupt des Stillen Oceans, ſo iſt wohl eine der Urſachen darin zu ſuchen, daß dieſe inſulare, jene feſtländiſche Wohnplätze einnehmen. Der Beſitz des Eiſens z. B. iſt bei den Negern Afrika's eine kontinentale Errungenſchaft, ſein Fehlen bei den Auſtraliern eine Folge ihrer Inſularität. Handelt es ſich aber um Völker, welche aus ſich ſelbſt heraus ſich auf dem Wege zu höherer Kultur

Digitized by Google

weiter zu fördern vermögen, so ist ihnen die Absonderung günstig, weil sie ihnen erlaubt, ihre Kräfte ungehindert zu entfalten und zwar hauptsächlich dadurch, daß sie ihnen die Verheerungen und Störungen der Kriege erspart, welche auf dem Festlande manchem von Feinden umgebenen Volke niemals die Möglichkeit ruhiger Entwicklung seiner Kulturgaben gestatteten. Es genügt, in dieser Beziehung an die Engländer, die Japaner, die Singhalesen Ceylons zu erinnern, welche erfreuliche Beispiele von selbstständigen und hoch gediehenen Kulturen unter dem Einflusse des Schutzes insularer Lage erkennen lassen. Wer kann daran zweifeln, daß Japan, wenn es auf dem Festlande Ost-Asiens läge, denselben Störungen ausgesetzt gewesen wäre wie die hinterindischen Staaten, welche ihre Kulturarbeit durch beständige Kriege unterbrachen? Dieser sondernden Wirkung der Inseln stellt sich aber sofort eine vermittelnde da entgegen, wo dieselben zwischen größeren Landmassen oder Inselgruppen sich einschieben. So begegnen sich auf der Lorenz-Insel in der Behring-Straße Asiaten und Amerikaner und es wäre schwer, sowohl geographisch als ethnographisch betrachtet, dieser Insel ihren Platz bei einem oder dem anderen der beiden Erdtheile mit Entschiedenheit anzuweisen. So treffen auf den Key- und Aru-Inseln Malayen und Papuas zusammen und sogar Chinesen, und dieselben verbinden zusammen mit den Molukken und den kleinen Sunda-Inseln das papuanische mit dem malayischen Völkergebiet. So verbindet Malta in ethnographischem Sinne Europa mit Afrika und so können Cypern und Kreta als Uebergangsglieder zwischen den 3 im Mittelländischen Meere sich berührenden Erdtheilen gelten. Geschichtlich folgenreiche Entwicklungen und Verwicklungen knüpfen sich an diese peripherische und Grenzlage mancher Inseln. Auf Sicilien fochten europäische Griechen und Römer mit asiatisch-afrikanischen Phöniciern und Karthagern.

Begeben wir uns vom Wasser auf das Land, so finden wir zunächst als eine Art von Vermittlungsform zwischen Inseln und Festland die Halbinseln, Stücke Landes, welche in dem größten Theil ihres Umfanges vom Meere bespült werden und nur auf einer verhältnißmäßig kurzen Strecke mit dem festen Lande zusammenhängen. Der Grad

Digitized by Google

ihrer Absonderung hängt von diesem Zusammenhange ab, denn wenn dieser gering ist, können sie zu fast inselartiger Selbstständigkeit gelangen (Peloponnes, Gutscherat, Neuschottland), während sie, wo das nicht der Fall, höchstens an ihren äußersten Enden die geschichtlichen Wirkungen der bestimmten natürlichen Umgrenzung durch Meer empfinden. Nun gibt es Halbinseln, welche fast wie Inseln scharf vom Festlande geschieden sind, dem sie angehören, sei es, daß ihre Verbindung, wie eben hervorgehoben, so schmal ist, daß sie gewissermaßen nur wie ein Stiel das Blatt mit dem Stamme des Festlandes verbindet, oder daß ein hohes Gebirge zwischen die beiden sich schiebt, um eine natürliche Grenze zwischen ihnen herzustellen. Das letztere ist in sehr bemerkenswerther Weise bei unseren drei südeuropäischen Halbinseln der Fall, am vollständigsten bei der Pyrenäen-Halbinsel, sehr ausgezeichnet auch bei Vorder-Indien [1]) und bei Korea. Eine andere Art von Naturgrenze bildet die Wüste, welche Arabien von Syrien und Mesopotamien sondert, während Schneegebirge und Sumpflandschaften die Isolirung der skandinavischen Halbinsel befördern. Nicht selten treten quer an der Wurzel von Halbinseln fließende Gewässer auf, welche in geringerem Grade zur Isolirung beitragen, wie z. B. die Eider auf der jütischen Halbinsel, die Tornea auf der skandinavischen. Selbst Donau und Po sind in dieser Beziehung nicht als ganz unwirksam zu betrachten. So tragen Severn bei zur Abgrenzung von Wales und so Loch Linnhe und Loch Neß zu der Schottlands. Bei den meisten Halbinseln tritt zu der Grundthatsache des beschränkten Zusammenhanges derselben mit dem Festlande noch irgend eine zufällige Eigenschaft hinzu, sei es der Bodengestalt, der Bewässerung oder des Klima's, welche in der Richtung auf schärfere Ausprägung der Isolation wirksam ist. Daher eignet manchen Halbinseln nicht bloß ein Theil der isolirenden Fähigkeit der

[1]) So klar liegt die natürliche Begrenzung Indiens vor uns, daß schon das Gesetzbuch des Manu sie deutlichst zu bezeichnen vermochte: „Ârjâvarta, heißt es dort, ist das Land im Süden des Himâlaya, im Norden des Vindhja, von dem Meere im Osten bis zu dem im Westen." (Vgl. Lassen, Ind. Alterthumsk. 1847. I, S. 11.)

Digitized by Google

Inseln, welcher durch das Maß ihrer Meeresumgrenzung sich bestimmt, sondern sie können geradezu insular wirken. Es würde schwer sein zu bestimmen, ob vom übrigen Europa die Pyrenäen-Halbinsel oder Sicilien weiter getrennt sind, mit anderen Worten, welche absondernde Wirkung größer ist, die der Meerenge von Messina, welche Sicilien vom festländischen Europa trennt, oder die des Pyrenäen-Gebirges, welche die iberische Halbinsel mit dem festländischen Europa verbindet? Bei Völkern mit entwickeltem Seeverkehr können thatsächlich Halbinseln viel mehr abgesondert sein als Inseln. So sind die dänischen Inseln gewiß inniger verknüpft mit dem benachbarten Festland als das peninsulare Jütland. Und die Cykladen lagen stets den seegewohnten Athenern näher als der Peloponnes.

Wenn so von dem eigenen Erdtheile entfernt, dem sie angehörten, schon durch ihre peripherische Lage, werden sie oft noch weiter von ihm abgesondert, wie wir sehen, durch gewisse zufällige Erscheinungen ihres Grenzgebietes, des Gebietes, durch welches sie sich an das Festland angliedern. Dazu kommt dann endlich noch als dritter absondernder Faktor die Eigenartigkeit der geographischen Verhältnisse mancher Halbinseln, welche sie, ganz wie viele Inseln, zu scharf ausgeprägten Individualitäten werden lassen. Auch in dieser Beziehung gleichen sie den Inseln in hohem Grade und diese Uebereinstimmung ist keine zufällige, sondern in vielen Fällen eine geschichtlich gewordene. Halbinseln bilden nicht nur morphologisch den Uebergang vom Festland zu seinen Inseln, sondern es ist auch geschichtlich dieser Uebergang in nicht wenigen Fällen nachzuweisen. Inseln sind durch Verschwemmung oder Hebung des sie vom Festlande trennenden Meeresarmes mit dem Festlande verkittet worden und erwuchsen dadurch zu Halbinseln. Aber auch als Gliedern des Festlandes bleibt ihnen dann noch die Individualität ihrer Inselnatur. Wenn die Halbinsel Schantung sich als isolirtes Gebirge mitten aus flachstem Tieflande erhebt, so ist es der alte, jetzt verloren gegangene Inselcharakter, welcher darin sich ausspricht. Und wenn das südliche Vorder-Indien in so manchen Beziehungen, wie in Pflanzen- und Thierwelt, so auch in der menschlichen Bevölkerung an das südöstliche Asien

Digitized by Google

mit seiner zerstreuten Negerbevölkerung anklingt, so liegt auch hier die durch Ankittung ans Festland verlorene, aber in Spuren noch wohlerkennbare Inselnatur zu Grunde.

So sind also die Halbinseln in vielen Beziehungen den Inseln an die Seite zu setzen und dasselbe dürfen wir von ihrer geschichtlichen Rolle behaupten. Wie bei den Inseln läßt sie sich auch bei den Halbinseln hauptsächlich nach zwei Grundrichtungen verfolgen: Absonderung und Vermittlung. Es genügt, in diesem Zusammenhange an Korea zu erinnern, welches eines der abgeschlossensten Länder der Erde ist, was es nicht zu sein vermöchte ohne seine Halbinselnatur, und das aber zugleich durch sein Hinüberragen nach der japanischen Inselwelt hin die Brücke war, welche die Uebertragung chinesischer und überhaupt kontinental-asiatischer Errungenschaft nach Japan vermittelte. Also Sonderung in erster, Verbindung in zweiter Linie. Chronologisch werden sich die beiden sehr oft in der Weise verhalten, daß die Absonderung zuerst eintritt, daß sie ein selbstständiges Volk entwickelt, das dann fortschreitend an Zahl zunimmt, bis es gleichsam überquillt, wo dann die vermittelnde, zur Aussendung des Bevölkerungsüberflusses günstige Gestalt und Lage der Halbinseln sich zur Geltung bringt.

Bei der Bestimmung der Küstengliederung hat man verschiedene Wege eingeschlagen. Man hat zuerst die Länge der Küstenlinie mit dem Flächeninhalt des betreffenden Landes verglichen, indem man z. B. bestimmte, wie viel Quadratmeilen des letzteren auf eine Meile der ersteren kommen. Man findet dabei für Australien 47,5 : 1, für Europa aber 37 : 1. Diese Methode hat den Fehler, zwei ungleichartige Größen zu vergleichen, welche zudem bei Annahme kleinerer oder größerer Maßeinheiten in ganz verschiedenem Maße wachsen oder abnehmen; sie hat ferner den Fehler, daß jedes Land um so mehr Küstenlinie im Vergleich zu seinem Flächeninhalt besitzt, je kleiner es ist. Man hat nun vorgeschlagen, statt des reinen Flächeninhaltes die Quadratwurzel desselben, $\left(\frac{U}{\sqrt{F}}\right)$, anzunehmen, wodurch eine für alle Maßsysteme gleichgültige Verhältnißzahl erlangt würde (Bothe). Man hat außerdem vorgeschlagen, das Umgekehrte von dem

Digitized by Google

eben Angegebenen zu thun, nämlich die Küstenlängen ins Quadrat zu erheben (Steinhauser) oder die Küstenlänge eines Landes mit dem kleinstmöglichen Umfange einer gleichgroßen Fläche, d. h. eines Kreises zu vergleichen (Schumann) oder die Verhältnißzahl für einen bekannten Erdtheil als 1 anzunehmen und alle anderen darauf zurückzuführen (v. Prondzynski). Die Meisten sind aber auf die gleichfalls schon früher vorgeschlagene Vergleichung des Flächeninhaltes der Glieder mit dem des Rumpfes eines Erdtheiles oder Landes zurückgekommen. In der That ist diese frei von den Einwürfen, welche man den anderen Methoden allen machen kann, liefert aber allerdings einen ganz anderen Begriff als der ist, welchen man in der Küstenentwicklung sucht.

Hat man sich überhaupt genügende Rechenschaft gegeben von der Bedeutung der Küstenentwicklung für die menschliche Kultur? Sie wurde von Karl Ritter in der Individualisirung gesucht, wenn er z. B. von Asien sagte: „Durch die reiche, wenn auch nur theilweise peripherische Küstenentwicklung von Asien ist eine Welt von Erscheinungen hervorgezaubert, die in ihren Gliederungen überall individualisirt hervortritt, da jede derselben durch ihre kontinentalen gegenseitigen Absonderungen, aber wiederum unter sich maritimen Vermittlungen eine andere, von der Natur in Lüften, Bergen und Thälern, Strömungen, Meeresanspülungen, Windsystemen, Produkten ausgestattete sein mußte und so auch in ihren Bevölkerungen und Kulturen eine immer andere werden sollte, so daß hier die Individualitäten der chinesischen, malayischen, indischen, persischen, arabischen, syrischen, kleinasiatischen Welten charakteristisch hervortreten konnten" (Einl. z. Allgem. vergl. Geographie. 1852, S. 233), und ein anderes Mal von Europa: „Europa war in den für seine Bevölkerung überschaulicheren, auf die temperirte Zone beschränkten, reich gegliederten, in allen maritimen und plastischen Formen ineinander wirkenden Gestalten, ohne die Extreme und jene Ueberfüllung (Asiens), doch eben dadurch mit größter Empfänglichkeit für die Aufnahme des Fremden ausgestattet, und durch die Natur seiner Werkstätten wie die Energie seiner Völkergeschlechter, zur Verarbeitung des Einheimischen dazu begabt, die planetarische Mitgift in dem Kulturcharakter

Digitized by Google

seiner Heimath zu einer humanen Civilisation zu steigern, die durch ihre innerhalb gewonnene Harmonie als Durchgangspunkt eben die Gewähr trüge der möglichsten Empfänglichkeit und Aufnahme auch für alle anderen Völkergeschlechter der Erde. Daß diese Bestimmung des unendlichen Reichthums der Formen in den individuellen Entwicklungen und ihren harmonischen Ausgleichungen dieser Gesichtsseite, der europäischen, des Planeten, sich in dem Fortgang der Weltgeschichte auch bewährte, ist bekannt." (Ebendas. S. 234.) Die Geschichtsforscher haben diese Anschauung bestätigen können und dieselbe gehört jetzt zu den allgemein angenommenen geschichtsphilosophischen Ideen.

Es bleibt aber die Frage offen, ob die Küstengliederung, die in sich selbst so verschieden (vergl. Abschn. XIV) auch immer und überall die gleichen Wirkungen übe. Sehr mannigfaltige Küstenformen, welchen ganz verschiedene Wirkungen innewohnen können, fassen wir zusammen, indem wir von Küstengliederung sprechen. Dadurch erhält dieser so oft angewandte Begriff eine Unsicherheit, welche ihn verhindert, die Bedeutung für die Kultur-Geographie zu erlangen, welche mehr ahnend als erkennend Ritter ihm zusprach und welche ihm ohne Zweifel zukommt. Und doch liegt es auf der Hand, daß eine Felsenküste von der Art der Gliederung, welche wir in Norwegen finden, in anderer Richtung ihre Anwohner beeinflussen wird, als eine ähnlich reich gegliederte aber flache Küste, wie wir sie in den Atlantischen Südstaaten Nord-Amerika's finden; und noch klarer ist zu sehen, daß eine Gliederung im Großen, wie der Südrand Asiens sie zeigt, andere Kulturwirkungen hervorrufen wird als eine Gliederung im Kleinen, wie wir sie an der Scheerenküste von Finnland finden. Auch wird man nicht zweifeln können, daß eine ungegliederte Küste, welcher Inseln nahe gegenüberliegen, in dieser Beziehung nicht ganz gleich sich verhält, wie eine ungegliederte und zugleich insellose Küste. Und ebenso ist wiederum ein erheblicher Unterschied zwischen einer Küste, an welcher zahlreiche Flüsse ausmünden und einer, welche solcher entbehrt. Und nehmen wir die Gliederung im Großen für sich, so ist es wieder nicht dasselbe, ob die Glieder zwischen 7000 und 10,000 Quadratmeilen wie

Digitized by Google

in Süd-Europa oder zwischen 30,000 und 40,000 wie in Süd-Asien oder zwischen 300 und 1000 groß sind wie in Nord-Amerika.

Suchen wir ihre Wirkungen zu überschauen, so sind es jedenfalls nicht überall die gleichen. Vor allem besteht hier ein Unterschied zwischen großen und kleinen Küstengliedern, welcher schwer in die Wage fällt. Schon Keber hat in seiner Kritik des Ritter'schen Begriffes der Küstengliederung, die so heilsam anregend gewirkt hat (Geogr. Mitth. 1863, S. 309) darauf hingewiesen, welchen „Unterschied in Bezug auf Küstengliederung und die daraus zu ziehenden Folgerungen es mache, ob ein solches nur nach seinen Quadratmeilen zählendes Glied eine Halbinsel von der Gestalt Vorder-Indiens oder Kaliforniens ist". Vorder-Indien und Hinter-Indien, Arabien sind Glieder von solcher Größe, daß man ihnen als geographischen Individualitäten unmittelbar hinter den Erdtheilen ihre Stelle anweisen muß. Jede von diesen Halbinseln übertrifft um mehr als das Doppelte die größten Inseln der Erde, und Vorder-Indien hat nicht bloß mehr Kulturboden als Australien, sondern auch nicht viel weniger Bevölkerung als Europa. Das sind in Wahrheit kleine Erdtheile für sich, welche in vielen Beziehungen nur wie zufällig an Asien angegliedert erscheinen. In kleinerem Maße gilt dasselbe von den vier großen Halbinseln Europa's. Diese Art von Gliederung schafft historische Schauplätze, welche groß genug sind, um ganze Nationen oder selbst mehrere derselben zu umschließen. Die geschichtlichen Vorgänge, welche auf denselben sich abspielen, können dem Erdtheile, dem solche mächtige Glieder angehören, mehr oder weniger fremd bleiben. Man wird wohl im Allgemeinen behaupten können, daß je größer diese Glieder, desto selbstständiger ihre Stellung im Verlauf der geschichtlichen Entwicklung. Uebrigens vergleiche man hierzu das über die geschichtliche Rolle der Halbinseln oben Gesagte.

Die Tendenz zur Absonderung, welche sich hier vollständig zum Durchbruch bringt, muß bei den Gliederungen in kleinerem Maßstabe sich mit weniger eingreifenden Wirkungen begnügen, welche indessen im Rahmen einer Sondergeschichte noch immer bedeutend genug erscheinen können.

Digitized by Google

Der geschichtliche Gegensatz zwischen dem Peloponnes und dem übrigen Griechenland führt großentheils auf die starke Abgliederung des ersteren zurück, aber er vermochte nicht aus den Bewohnern des einen oder des anderen Abschnittes etwas Anderes als Griechen zu machen. So schafft auch die reiche Gliederung Schottlands, Norwegens, Irlands entsprechend mannigfaltige innere Unterschiede in den betreffenden Völkern, aber dieselben fallen darum nicht auseinander. Und wenn die Gliederung eine so tiefeingreifende und so wenig Raum für eigene innere Entwicklung übrig lassende wie in Norwegen, wodurch fast die ganze Bevölkerung mehr oder weniger aufs Meer hinausgewiesen, mit demselben befreundet wird, verwischt dieses verbindende Element wieder viel von dem Sondernden, das in der Küstengliederung gelegen ist. Wo endlich die Gliederung noch kleinere Dimensionen annimmt, wie z. B. an der finnischen Scheerenküste, da kann sie durch die Erzeugung zahlreicher Buchten, welche als Häfen dienen, zwar die Schifffahrt, den Verkehr fördern, aber ihre sondernde Wirkung hört hier auf.

Was ich eben berührte, die Wirkung der Küstengliederung auf die Schifffahrt und den Verkehr, liegt nach einer anderen Seite als ihre sondernde Wirkung. Eine Küste ist der Schifffahrt günstig, wenn sie hafenreich ist, wenn sie in ihren Einschnitten ruhiges Fahrwasser bietet und wenn die einzelnen Glieder des Landes in Form von Halbinseln und Küsteninseln sich etwa so weit von dem Reste loslösen, um lockende und günstige Zielpunkte für die Schifffahrt zu bieten. Die große Gliederung spielt hier eine minder große Rolle als die Gliederung im Kleinen, wiewohl auch jene vorzüglich bei schon entwickelterer Seefahrt von förderlicher Wirkung sein kann.

Was das Mittelmeer anbetrifft, so zweifelt Niemand, daß es schon durch seine Unterabtheilung in verschiedene Becken für die Entwicklung einer von den Küsten sich ablösenden Schifffahrt geeignet war und daß das Zusammentreten Europa's, Asiens und Afrika's an seinen Ufern einer solchen Entwicklung noch kräftigere Antriebe geben konnte. Aber außerdem ist sein Reichthum an guten Häfen, Buchten, Inseln und vorspringenden Halbinseln und Vorgebirgen,

Digitized by Google

welche auch schwächeren Fahrzeugen guten Schutz boten, schon früh als eine starke Hülfe in der Entwicklung der Schifffahrt erkannt worden.

Zweifellos üben diese Wirkungen der Küstengliederung einen großen Einfluß auf die Bevölkerungen aus, welche sich ihnen ausgesetzt sehen. Es entsteht daraus der Gegensatz zwischen Küsten- und Binnenvölkern, welcher nicht selten mit tiefergehenden Rassen und Stammesunterschieden zusammenhängt. So finden wir im malayischen Archipel überall, wo Malayen und Papuas beisammen wohnen, jene an den Küsten, diese im Innern.

Die Küsten und das Meer gehören auch in Schottland dem Germanen, während Berg und Moor die Wohnstätte des unbetriebsamen Kelten sind. Die Phönicier und Karthager waren ächte Küstenvölker und so waren es in Klein-Asien die Griechen. Nur angedeutet sei hier die tiefeingreifende geschichtliche Rolle, welche solchen meervertrauten Völkern zugetheilt ist. Mit der Beweglichkeit des flüssigen Elementes begabt, sind sie die vorbestimmten Eroberer und Kolonisten (Phönicier, Karthager, Griechen, Normannen, Malayen), das Ferment ruhigerer Völker. Aber oft sind ihre Wohnsitze zu eng, um ihrer rasch erworbenen Macht das nöthige breite Fundament zu geben und dieselbe ist darum manchmal nur von kurzer Dauer. Im Gegensatz zu ihnen sind die Binnenvölker langsam von Bewegung, aber oft um so schwerer von Massengewicht; wo sie eine Macht gründen, pflegt sie allein schon wegen der Zahl, in der sie auftreten, von größerer Dauer zu sein. Beide zusammen machen die machtvollsten Völker. Die Allianz der Phönicier mit den Juden, welche jenen ein Hinterland und diesen Seehäfen gab, ist eine der natürlichsten, die je geschlossen wurden.

Neben dem Umriß übt die Bodengestaltung der Länder einen starken Einfluß auf Verbreitung und Geschichte der Völker. Wie dieselbe die Wanderungen erschwert oder erleichtert und die Völker voneinander sondert, haben wir kennen gelernt. Aber sie beeinflußt in mindestens ebenso hohem Grade diejenigen, welche dauernd in ihnen wohnen. Dieselbe Sonderung, welche sie nach Außen hin bewirkt, ruft sie auch in ihrem Innern hervor. Man braucht nur

Digitized by Google

an die Zersplitterung der Staatenbildung in Griechenland, der Schweiz, dem Himalayagebiete, Afghanistan zu erinnern, um diese Wirkung zu erkennen. Selbst Deutschland, wiewohl nur von Mittelgebirgen durchzogen, mußte einst in dieser Reihe genannt werden und man durfte es als eine nicht zufällige Thatsache hervorheben, daß die größten und dauerndsten unter seinen Staatsgebilden in den Gebieten mit wenigst gegliederter Oberfläche: im norddeutschen Tiefland und auf der süddeutschen Hochebene erwuchsen und daß die Einheit von dem einheitlichst gestalteten seiner geographischen Abschnitte ausging. Blicken wir zurück, so könnte man etwas mehr als Zufall darin sehen, daß die erste mächtige und geraume Zeit sich erhaltende Verbindung deutscher Stämme (Marcomannen, Quaden u. A.) gegen Rom im Gebiete des Ostreiches zwischen Inn und March sich bildete, wo später Jahrhunderte hindurch der Kern des deutschen Reiches sich befand. Und das nach Außen längst einheitliche Großbritannien zerfällt noch immer in die drei Theile England, Wales und Schottland, welche im Allgemeinen seiner Gebirgsgliederung entsprechen. Am selbstständigsten hat sich das gebirgige Schottland gehalten, von dem ein neuerer Reisender sagt: „Die Ungleichheit in Gesetzen, Gebräuchen, Einrichtungen und selbst in den religiösen Verhältnissen muß sicherlich jedem Fremden, der beide Länder besucht, auffallen. Es ist gewiß kein geringes Zeichen von Selbstständigkeit, daß das kleinere und ärmere Schottland nach einer so langen Verbindung von dem größeren und reicheren England noch nicht absorbirt worden ist.“ Mikroskopische Staatsgebilde wie Liechtenstein, Andorra, San Marino haben sich in Europa nur im Gebirge erhalten und so haben sich die letzten Reste verschwindender Sprachen oft nur noch in Gebirgen aufbewahrt. Das Keltische hat sich überall nur in Gebirgen und auf kleineren Inseln halten können, in Ebenen und auf großen Festländern dagegen gar nicht. Das Rhäto-Romanische, das Baskische, eine ganze Anzahl von kaukasischen Sprachen sind solche Relikten, die im Schutz der Gebirge sich erhalten haben.

In Schottland hielten sich nicht bloß die Reste der Kelten Kaledoniens, sondern hierher zogen bei der Normannen-

Digitized by Google

eroberung auch Sachsen sich zurück. Es war ein Zufluchtsland. Etwas Aehnliches haben wir wohl in der innerafrikanischen Gebirgslandschaft Gambaragara zwischen Ukerewe und Mwutan vor uns, in welcher (nach Stanley) eine helle Rasse wohnt, die sich scharf unterscheidet von den dunkeln Negerstämmen ringsum. In letzter Instanz führen auf diese schützende Wirkung zahlreiche Sitten und Gebräuche, Sagen, Bauweise der Häuser, Geräthe u. dgl. zurück, welche in den Gebirgen sich erhalten [1]).

Nicht bloß in der Abschließung hat diese erhaltende Funktion ihre Wurzel. In vielgegliederten Gebieten zersplittern die großen Aktionen der Weltgeschichte, welche nur in geräumigen, glatte Bahn bietenden Ländern sich in ihrer ganzen Größe zu entfalten vermögen. Wenn schon die modernen Armeen mit ihrem möglichst vollkommenen Transportwesen sich theilen müssen, um ohne Gefahr Gebirge zu überschreiten, wie mochten sich erst die Schaaren nomadisirender Völker oder die einem blinden Trieb gehorchenden Völkerwanderungen vor solchen Hindernissen zertheilen! Den ersten Anstoß zur Völkerwanderung innerhalb Mittel-Europa's gaben die Gothen, die im Tiefland der Ostsee wohnten und von da im Tieflande nach dem Pontus wanderten. Nicht so rasch würden sie das gebirgige westliche Deutschland durchwandert haben. Mehr als ein Mongolenschwarm prallte an den Gebirgsvölkern Siebenbürgens und Nord-Ungarns ab.

Neben dieser sondernden und schützenden Wirkung kann indessen ein Gebirge auch eine verbindende, vereinigende ausüben, wenn es in sich selbst breiten Wohnraum gewährt oder durch seine innere Gliederung gewisse Mittelpunkte schafft, nach welchen zu die Völker ebenso zusammenfließen, wie es die Bäche des Gebirges thun. So binden die Hochflächen auf dem breitrückigen Pamir die Nomadenstämme von Süd und Nord zusammen, so sind die Gebirgs-Hochebenen von Mexiko und Peru Sammelplätze wandernder Indianerstämme gewesen.

[1]) Junghuhn erwähnt (Java II, S. 342), daß Brahmagläubige sich im 14. Jahrhundert vor dem Andringen des Buddhismus auf den Vulkan Gunung-Lawu zurückzogen und daselbst ein Schiwah-Heiligthum erbauten, welches noch heute steht.

Digitized by Google

Seltener ist der breite Gebirgsrücken Wohnsitz eines besonderen Volkes, wie z. B. der Lappen im nördlichen skandinavischen Gebirge. Es ist euphemistisch, wenn v. Buch sagt: „Die Lappen binden Schweden und Norwegen aneinander. Nur auf den sanften Gebirgsabhängen nach Schweden zu finden sie zwischen der Birken- und Fichtengrenze in etwa 100 Meter Breite das üppige Wachsthum des Renthiermooses und nur auf den höheren norwegischen Gebirgen finden sie die hinreichend kühlen Plateaux, wo sie ihre Renthiere vor Hitze und Fliegen schützen können. Doch nehmen die Lappen das Land als Heimath an, wo sie den Winter zubringen, so daß vor der Abtretung Kautokejno's Norwegen keine einzige Lappengemeinde besaß" (Norwegen II, 213). In solchem Falle tritt vielmehr die trennende Funktion der Gebirge in ihre Rechte.

Die vereinigende Wirkung kann auch durch Zusammendrängung des Gebirges erzeugt werden. Wenn das Gebiet zwischen Mittelalpen und Rhein so früh schon eine gemeinsame Geschichte erlangte, und wenn im Gegensatz dazu dasjenige zwischen Ostalpen und Donau noch früher eine Doppelgeschichte hatte, historisch in zwei Hälften zerfiel, so ist die Zusammendrängung jenes in ein einziges und die Auseinanderlegung dieses in zwei Gebiete (Gebirg und Hochebene) eine Hauptursache. Dazu kommt, daß die Schweiz in ihren Seen Vereinigungspunkte hat, welche in den Ostalpen sich nicht mehr finden. Dort senden „das Thal Uri, das alte Land Schwyz, die Zwillingsthäler von Unterwalden ihre Gewässer einem und demselben See zu, einem Wasserbecken, das durch seine wunderliche Verzackung, seine Busen und Nebenarme zur innigsten Verknüpfung der anstoßenden Gelände, zur Verschmelzung ihrer Interessen, kurz gesagt, zur Dienstbarkeit für die Eidgenossenschaft von der Natur prädestinirt war. Für die drei Länder ergibt sich nun durchaus von selbst die am Ausfluß des See's, nicht mehr auf ihrem Boden, aber als vierte Waldstatt ihnen ganz benachbart gelegene städtische Ansiedlung als Eintrittspunkt wie als Ausgangspforte ihres Verkehrs" (Meyer v. Knonau). — »Est et umbelicus terrarum confederatorum Lucerna«, sagt der gelehrte Albert v. Bonstetten in seiner »Descriptio

Digitized by Google

Helvetiae«. Genfer- und Züricherſee wirkten ähnlich verbindend, waren hiſtoriſche Centren, wenn auch in kleinerem Maße. Dazu kommt aber noch die Thatſache, daß die Schweiz unmittelbar mit den großen Flüſſen des Alpengebietes in Beziehung tritt, während die Oſtalpen nur durch kleine Nebenflüſſe mit ihrer Donau verbunden ſind. In Tyrol wiegt aber auch durch die Oberflächengeſtalt mehr die Sonderung vor. Kein geographiſches Moment tritt auch in der Geſchichte Tyrols ſo in den Vordergrund, wie ſeine Theilung in zwei Hälften diesſeits und jenſeits der großen Kette. Die Erhebungen der Oetzthaler, Stubaier, Zillerthaler Alpen in der Mitte ſind auf Quadratmeilen unbewohnt und unbewohnbar. Nicht ganz ſo öd und vereinſamend ſind die Kalkalpen im Norden und Süden. Geſchieden werden die Gebirgsmaſſen durch die 3 Thäler des Inn im Norden, der Etſch und Drau im Süden und ſie bilden gleichſam die Kulturlandſchaft von Tyrol, von Natur miteinander verbunden nur durch den $16\frac{1}{2}$ Meilen langen Engpaß des Brenner und den Umweg durch Oberinn- und Etſchthal, der von Innsbruck bis Meran faſt 50 Marſchirſtunden nimmt.

Oft weiſt die verſchiedene Geſtaltung der Abhänge den Völkern der Gebirge ſehr verſchiedene Wege an und ebenſo gibt es Gebirgsgrenzlinien natürlicher Art, welche die Völker, welche durch ſie voneinander getrennt werden, ſehr ungleich ſtellen, indem ſie die Schranke dem einen öffnen, welche für das andere ſo gut wie verſchloſſen iſt. Den innerafiatiſchen Völkern iſt es z. B. leicht, durch die Päſſe ins indiſche Tiefland hinabzuſteigen, während der Aufſtieg zu ihnen den tief unten wohnenden Indiern faſt unmöglich iſt. Es kommt hier die klimatiſche Sonderung ebenfalls in Betracht, welche in derſelben Richtung wirkt. Ohne Zweifel iſt es den nördlicher wohnenden Hochaſiaten verlockender, in das Tiefland hinabzuſteigen, als den an Wärme gewohnten Tieflandbewohnern, ſich in die kälteren Regionen zu erheben. Das gibt ſich auch nach Weſten hin kund: „Jenſeits des Belurtagh ſtrebte Alles, Verkehr und Eroberung nach dem Weſten, Phönicier, wie Nebukadnezar und Cyrus; diesſeits genügte man ſich ſelbſt, darum entwickelte ſich hier die Kultur, durch die Natur gefördert, ungleich früher, reicher und vollkommener als in

Digitized by Google

der westlichen Außenwelt, blieb aber auch, weil ihr Rivalität und Gefahr fehlten, stationär, wie sie es in China noch heute ist." (v. Wietersheim, Völkerwanderung IV, 26.)

Ein interessanter, wenn auch viel beschränkterer Fall dieser Art ist die Verschiedenheit in der Richtung der Alpenthäler auf beiden Abhängen der Westalpen, divergent auf dem französischen und convergent auf dem italienischen Abhang (schon Strabo hebt sie II, v. 28 hervor). Sie ist zweifellos von Einfluß gewesen auf die Thatsache, daß fast alle feindlichen Einfälle von der letzteren auf die erstere Seite mißlungen sind, während sie in umgekehrter Richtung fast immer zum Ziele führten — von Hannibal bis auf Napoleon III.

Die klimatischen Bedingungen der Entwicklung der menschlichen Kultur sind bis zu einem gewissen Punkte dieselben wie von jeder anderen organischen Entwicklung. Ueber eine gewisse Grenze von Hitze und Kälte geht die Möglichkeit menschlicher Existenz ebensowenig hinaus wie die der Pflanze. Des Wassers bedarf der Mensch zum Leben nicht weniger als die Pflanze oder das Thier. Die Vertheilung von Wärme und Feuchtigkeit über die Erde bestimmt daher in erster Reihe unmittelbar die Verbreitung des Menschen. Auch jenseits einer gewissen Höhengrenze gibt es keine Möglichkeit menschlicher Wohnungen mehr. Die Kälte macht seine Verbreitung über diese Grenze unmöglich. Ebenso sind gewisse wasserarme Gegenden, Wüsten, ohne alle Ansiedlungen der Menschen, welche, durch die Trockenheit ferngehalten, nur da ihre Ansiedlung begründet haben, wo ein genügender Wasserreichthum sie vor dem Verschmachten schützt. Der Kaufmann, der Bote, der Räuber durchziehen die Wüste auf flüchtigem Pferd oder Kamel, ausdauernden Thieren, welche sie rasch von Quelle zu Quelle tragen. Aber selbst dieser Verkehr ist schwierig und der Wege, die er durch die Wüste zieht, sind es wenige. Und selbst ihm stellen manche Wüstenstrecken sich als Hindernisse entgegen, die in Menschengedenken nicht überwunden wurden. Ich denke hier z. B. an die Wüste, die zwischen der libyschen Wüste und dem Theil der Sahara liegt, der vom tripolitanischen Handelsweg durchschnitten wird. Durch künstlich gegrabene Brunnen läßt sich eine Wüste bewohnbar machen, aber das ist immer ein sehr zerstreutes und

Digitized by Google

selten ein bleibendes Wohnen. So hat die russische Regierung in der großen Salzwüste der Manytschniederung zwischen Komyschin und dem Eltonsee in Entfernung von 25—30 Werst Brunnen graben und Häuser bauen lassen. Es ist damit eine Straße entstanden, auf welcher sich jährlich 10,000 Salzochsen bewegen. Auch Menschen wohnen hier in dauernden Wohnstätten, aber wenn einmal der Eltonsee kein Salz mehr ergibt, wird das wieder Wüste sein wie vorher.

Immerhin sind diese Regionen, in denen der Mensch gar nicht auszudauern vermag, beschränkt. Aber viel weiter sind diejenigen, wo Kälte und Trockenheit sein Wohnen, seinen Verbleib nicht absolut verbieten, wohl aber hindern und einschränken. Dahin gehört ein großer Theil der Länder kalter und gemäßigter Zone, auch viele Gebirgs- und Steppenländer. Nicht absolut unmöglich, sondern nur beschwerlich ist hier das Wohnen dem Menschen gemacht. Er lebt entweder direkt von den Pflanzen, die aus der Erde sprossen, oder von den Thieren, die von diesen Pflanzen sich nähren. Er ist also entweder mittelbar oder unmittelbar abhängig von den Einflüssen, die auf die Vegetation einwirken, denn die Vegetation liefert entweder ihm direkt, oder aber den Thieren, von welchen er sich nährt, die Mittel zum Leben. Wo die Vegetation eine reiche, kann sich der Mensch leicht nähren, wo sie arm, fällt ihm die Ernährung schwer. Im Hochnorden läßt die geringe Wärme nur die Flechten auf dürrem Fels und falbes Moos mit wenigen anderen Pflanzen auf dem gefrorenen Boden gedeihen; die Flechten ernähren das Renthier, das Renthier den Menschen. Aber es sind große Strecken von Flechten nöthig, um ein Renthier und viele Renthiere, um einen Menschen zu ernähren. So wird denn in den Polargegenden der Mensch immer dünn vertheilt bleiben und schon deßwegen nicht in seinen socialen Verhältnissen fortschreiten, besonders wo er vom Meere abgeschlossen bleibt, welches im hohen Norden viel mehr organischen Stoff umwandelt als das Land. (C. E. von Baer.) Den Gegensatz hierzu finden wir in den tropischen Ländern, wo eine einzige Banane, eine Gruppe von wenigen Kokospalmen, ein kleines Maisfeld eine Familie ernährt, die kaum im ganzen Jahre eine Woche Arbeit aufwendet, um diese

Digitized by Google

Gewächse zu pflanzen und zu pflegen; einen noch schärferen Gegensatz aber in den wohlbewässerten, oder eigentlich zu wohl bewässerten Tiefländern der Tropen, wo die Ueppigkeit des Pflanzenwachsthums eine derartige ist, daß sie alles überwuchert, was der Mensch sich für den Bedarf seines Hauses und seiner Nahrung anpflanzt. Hier erlahmt der Mensch, den ohnedieß ein heißes und feuchtes Klima erschlafft, im Kampfe mit der Kraft der überwuchernden Vegetation und die reichen Mittel dieser bevorzugten Natur fördern am Ende oft keine viel höhere Kultur, als es in ihrem Gebiete die der unwirthlichen Steppenländer vermag. In allen diesen Fällen bleibt dem Menschen entweder keine Zeit oder keine Lust zu ernster Kulturarbeit.

Was die Wirkung des Tropenklima's auf die Natur des einzelnen Menschen betrifft, der nicht in demselben geboren ist, so ist es zweifellos, daß der an kaltes oder gemäßigtes Klima Gewöhnte in demselben mehr gefährdet ist als der an dieses Klima Gewöhnte. So beträgt in Batavia die Sterblichkeit der Einheimischen 1:24,8, der Fremden 1:16,5. Dabei ist aber wohl zu beachten, daß vernünftige gesundheitserhaltende Maßregeln die Sterblichkeits-Ziffer der in den Tropen lebenden Nordländer im Laufe unseres Jahrhunderts außerordentlich vermindert haben. Man muß sich hüten, die Gefahren des Tropenklima's mit den Gefahren einer unregelmäßigen Lebensweise zu verwechseln. Vorzüglich ist zu erwägen, daß der Europäer auch moralisch minder widerstandsfähig wird in den Tropen. Abgesehen von der ermattenden Wirkung der Hitze und besonders der feuchten Hitze schadet er sich selbst durch massenhaftes Trinken von Wasser oder sogar von die Verbrennung steigernden, respiratorischen Getränken, durch langes und zu oft wiederholtes Baden, durch Trägheit u. s. f. Mit der Zeit artet jede Erkältung, jede Wunde, jede Hautkrankheit zu einer bedenklichen Krankheit aus. Er ist der Ansteckung durch ansteckende Krankheiten viel mehr unterworfen. Dr. Montano faßt die reinen Wirkungen der andauernden tropischen Wärme folgendermaßen zusammen: „Die beständig arbeitende Oxydation ist es, welche, wiewohl verschieden nach Klima und Rasse, in unserm Körper eine gleiche Tem-

Digitized by Google

peratur erhält, ohne welche das Leben nicht bestehen kann. In den kalten Klimaten muß dieselbe als nothwendige Quelle der Wärme energisch vor sich gehen, damit dem Körper seine Normaltemperatur bewahrt bleibt, welche das umgebende Mittel beständig zu vermindern strebt. In den warmen Klimaten dagegen wird diese Wärmequelle lästig. Aber sie kann nicht versiegen, weil sie nichts anderes ist als der Ausdruck der organischen Verbrennung, welche die Grundlage des Lebens ist. Der Organismus des weißen Mannes, indem er gegen dieselbe ankämpft, erfährt Veränderungen, welche den Schlüssel geben zur Erklärung krankhafter Zustände, in welche er dort gelangt. Es treten reichliche Schweiße ein, welche durch ihre Verdunstung eine erhebliche Abkühlung erzeugen, gleichzeitig aber die Absonderung der Nieren vermindern und auf die Dauer zur Blutarmuth führen. Die Verbrennung wird verlangsamt, die Menge des Harnstoffes und seiner Salze vermindert sich, die Einathmungen nehmen ab und weniger Kohlensäure wird ausgehaucht. Der Organismus braucht alle Mittel, um die Thätigkeit des Herdes zu vermindern, welchen er in sich trägt. Der unverbrannte Kohlenstoff sammelt sich in den Flüssigkeiten des Körpers, der ihn auf allen ihm offenen Wegen auszustoßen sucht, hauptsächlich auf dem der Gallenabsonderung, die sich außerordentlich vermehrt. Aber diese Absonderung selbst kann nicht zunehmen, ohne in der Leber Erscheinungen von Blutüberfluß zu erzeugen, welche dieselbe besonders zu Entzündungen geneigt machen. Die Hepatitis ist eine beständige Drohung und erwartet oft nur eine kleine Unregelmäßigkeit der Lebensweise, um zum Ausbruch zu kommen."

Indessen sind diese Einflüsse nicht dieselben auf alle Europäer. Von allen scheinen die Portugiesen am meisten Anpassungsfähigkeit an tropische Klimate zu besitzen. Nach Auguiot wären sie am Congo geradezu immun und die hervorragende Vitalität ihrer Abkömmlinge im malayischen Archipel und Indien ist bemerkenswerth. Die Spanier scheinen kaum zurückzustehen. In Cuba hat sich von 1774 bis heute ihre Zahl von 96,000 auf gegen 800,000 vermehrt. Von 1849 bis 1857 betrug ihre Sterblichkeit 24 per Mille, ihre Geburten 41. In Portorico haben sie sich von 1851—61 um

Digitized by Google

110,000 (?) vermehrt. Auf den Philippinen halten sie gut aus. Die Sterblichkeit ihrer Soldaten ist dort nur 32 per Mille. Auch die rasche und weite Verbreitung der Spanier im tropischen Amerika scheint Zeugniß in derselben Richtung abzulegen. Die Italiener bezeugen eine ähnliche Fähigkeit in Nordafrika und Südamerika, neuerdings auch in Louisiana, wo sie neben Basken und Gallegos in den Zuckerfeldern geradezu an die Stelle der Neger getreten sind. Die Franzosen beweisen ebenfalls einen ganz respektabeln Grad von körperlicher Akklimatisationsfähigkeit, welcher besonders auf den Maskarenen und Antillen sich gezeigt hat. Abgesehen von ihrer Mischung mit südlichem Blut ist in dieser Richtung jedenfalls auch ihre Mäßigkeit von Werth. Am wenigsten Anpassungsfähigkeit zeigen die Germanen, deren Organismus einmal den tropischen Einflüssen in minderem Maße zu widerstehen scheint als der der südeuropäischen Völker, und welche auf der anderen Seite durch ihre Sitten und Neigungen weniger zum Leben in den Tropen geeignet sind.

Die weiße Rasse ist aber den Krankheiten der heißen Länder nicht allein unterworfen und nicht einmal so vorwiegend, wie man oft glaubt. Ruhr und Leberkrankheiten suchen in den warmen Theilen Amerika's die Eingeborenen fast ebenso oft heim wie die Weißen. Der Cholera, den akuten Lungenkrankheiten, vorzüglich der Schwindsucht, sind Farbige mehr ausgesetzt als Weiße. Der Aussatz, die afrikanische Kacherie und das Beri-beri zeigen sich fast nie bei der weißen Rasse und es ist besonders bemerkenswerth, daß in vielen Fällen die Arbeitsfähigkeit der Weißen in den Tropen und zwar selbst in den tieferen Lagen eine nicht viel kleinere ist als in der gemäßigten Zone. Die »Petits-Blancs« von Bourbon liefern das Beispiel einer vollständigen Akklimatisation. Sie widmen sich den allermühsamsten Landarbeiten. Und ebenso die spanischen Tabaksbauern auf Cuba, welche oft ohne alle Hülfe von Sklaven ihren Boden bauen, wie sie es in Andalusien oder Catalonien gethan.

Man hat mit Unrecht geglaubt, daß nur unter einem äußeren Zwang der Mensch hier arbeite und zwar unter dem Zwang der Sklaverei. Und man hat ferner geglaubt, daß nur farbige Menschen: in Afrika und Amerika Neger, in

Digitized by Google

Asien Malayen, nirgends aber Weiße in den fruchtbarsten und gleichzeitig heißesten Regionen der Erde arbeiten könnten. Noch heute ruht allerdings die Produktion der ergiebigsten Tropenländer: Cuba's, Brasiliens, Niederländisch-Indiens auf der Sklaverei oder auf einer der Sklaverei nahverwandten Zwangsarbeit. Aber in verschiedenen Gegenden hat man Versuche gemacht, freie Arbeiter einzuführen und dieselben nur darin anders als unsere europäischen Arbeiter zu stellen, daß man sie verpflichtet, eine bestimmte Reihe von Jahren an demselben Orte und derselben Arbeit auszuharren (Kulis). Dieß ist nun allerdings auch keine ganz freie Arbeit, aber sie scheint die schlimmsten Auswüchse der Sklaverei abzuschleifen und dafür einige der Vortheile der freien Arbeit einzuführen. Britisch-Westindien, Indien, die Mascarenen gründen bereits einen großen Theil ihrer Erzeugung auf die Kuli-Arbeit.

Dieß sind die allgemeinsten Formen der unmittelbaren Einflüsse des Klima's auf den Menschen, neben denen es indessen eine Anzahl kaum minder bemerkenswerther mittelbarer Einflüsse gibt. Der hervorragendste von diesen ist der Einfluß des Klima's auf die Ansammlung und Vertheilung des Reichthums. Auf tieferen Stufen der Kulturentwicklung ist die Ansammlung des Reichthums eine Sache von der größten Wichtigkeit, denn ohne Reichthum gibt es keine Muße und ohne Muße kein Wissen, keine Kunst, keine Veredlung der Lebensformen. Erst bei einem erheblichen und dauernden Ueberschuß der Produktion über die Konsumption entsteht ein Ueberschuß, der nach den Gesetzen der Wirthschaftslehre sich selber vermehrt und das Aufkommen einer intelligenten Klasse ermöglicht. Ein armes Volk entwickelt keine Kultur und die relativ armen Kulturvölker stehen noch immer hoch über den unkultivirten, die von der Hand zum Mund leben. Wir sehen diese Wirkungen, wenn wir betrachten, wie die Civilisation in Asien immer auf die reichen Tieflandgebiete vom Osten Süd-China's bis zu den fruchtbaren Westabhängen Klein-Asiens, Phöniciens und Palästina's beschränkt. Nördlich von diesem Gürtel saßen stets arme, rohe Nomadenhorden, denen es nicht an Begabung fehlte. Sobald sie in die Tiefländer hinabstiegen (China, Indien, Syrien 2c.), sind sie tüchtige Mitarbeiter an der Kultur

Digitized by Google

geworden. Aegypten war und ist Kulturoase, gleichwie es Oase der Vegetation und des Klima's ist. Boden und Klima haben hier zusammengewirkt. In Europa hat sich Aehnliches vollzogen, aber wir sehen hier die günstigen Wirkungen des Bodens und Klima's übertroffen von der ausgezeichneten Disposition der arbeitenden Menschen, deren Thatkraft einen sichereren Fortschritt der Kultur gewährleistet als der Reichthum der Natur. Die Naturkräfte sind ihrem Wesen nach bei aller Großartigkeit begrenzt und stationär, die geistige Kraft des Menschen ist unerschöpflich. Der beste Boden wird zuletzt erschöpft, während beim Menschen, wenn eine Generation erschöpft ist, eine andere an ihre Stelle tritt. Auf dieser Grundlage ist die Kultur der Bewohner gemäßigter Zone die entwicklungsfähigste von allen, weil die Arbeit des Menschen, die ausdauernde, regelmäßige Bethätigung und Entfaltung seiner Kräfte, erste Bedingung höherer Kultur und des ebenmäßigen Fortschrittes aller Theile eines Volkes ist. In den Formen der Civilisation, die nicht auf diesen Grundlagen ruhen, sondern auf dem Reichthum des Bodens und der Gunst des Klima's, hat die große Masse des Volkes keinen Vortheil von den Fortschritten, die etwa gemacht werden, den Verbesserungen, die eingeführt werden mögen. Die Grundlage des Fortschrittes wird sehr beschränkt, der Fortschritt selbst sehr unsicher, weil die Einzelnen nicht mehr arbeiten, als sie zur Erhaltung ihres fast von der Natur selbst, ohne eigene Mühe, durch freiwillige Gaben gefristeten Lebens bedürfen. Sie erheben sich ihr gegenüber nicht zu der Selbstständigkeit, welche durch Arbeit erworben wird, sondern bleiben abhängig von ihr und gerathen damit ganz von selbst auch in Abhängigkeit von den wenigen Thätigeren und Ausdauernderen unter ihnen. Darum nirgends größere Armuth neben vereinzelten unfruchtbaren Reichthümern als unter den leicht lebenden, wenig arbeitenden Kindern der Tropen. Wie dadurch die Kräfte und Fähigkeiten der Allgemeinheit brachgelegt, und der Wille Einzelner allmächtig gemacht wird, wie also bis zum Verschwinden langsamer Kulturfortschritt auf der einen und Despotismus auf der andern Seite die letzten Folgen der allzu großen Gunst des tropischen Klima's sind, ist hier nur anzudeuten.

Digitized by Google

Man ist geneigt, selbst jene Unterschiede des Volkscharakters, welche man zwischen den nördlichen und südlichen Stämmen eines und desselben Volkes findet, auf klimatische Ursachen zurückzuführen. Man hört die Meinung aussprechen, der heitere Südgermane sei eine sonnige Natur, während den Angelsachsen der Nebel seines Klima's trübsinnig, oder mindestens ernst mache. Die Deutschen sind sogar geneigt, unter sich einen nordischen und südlichen Charakter zu unterscheiden und während der Süddeutsche gern von seiner Gemüthswärme redet, rühmt sich der Norddeutsche seiner Energie und seiner rastlosen Thätigkeit. Derartige Ansichten erinnern etwas an nationale Vorurtheile und würden kaum der Berücksichtigung werth erscheinen, wenn sie nicht auffallenderweise bei einer großen Anzahl von Völkern wiederkehrten. Ungefähr denselben Gegensatz wie zwischen Süd- und Norddeutschen finden wir zwischen Engländern und Schotten. Jene, die uns schon verschlossen und ernst genug vorkommen, werden von diesen als heiter, gesprächig, laut, diese von jenen dagegen als verschlagen und geizig geschildert. Aber die Schotten sind sicherlich auch eines der energischsten und ausdauerndsten Völker. Daß etwas an dem Unterschiede ist, das zeigt sich nirgends deutlicher als in Ländern, wo die beiden Völker nebeneinander als Kolonisten aufgetreten sind. So in Nordamerika, wo der Schotte durch seine Fähigkeit, auch unter den elendesten Verhältnissen vorwärts zu kommen, sprichwörtlich geworden ist. Der Nordfranzose schilt den Provençalen träg und schmutzig, woraus sich indessen dieser in seiner sanges- und weinfrohen Heiterkeit wenig macht. In Spanien ist der Galicier und Catalane weitaus fleißiger und unternehmender als der Andalusier, und in Italien ist der entsprechende Gegensatz zwischen dem Piemontesen und Lombarden auf der einen und dem Neapolitaner und Calabresen auf der anderen Seite — von dem Sicilianer als Inselbewohner hier abgesehen — sehr auffallend. Auch der Südrusse wird als heiterer geschildert als der Nordrusse, wiewohl die slawische Melancholie ihm auch nicht fremd ist. Sogar vom Südarabier wird behauptet, daß er wenig von der Würde des Arabers von Nedschd oder von Damaskus aufzuweisen habe. Kurz, überall wohin man blickt, mehr

Digitized by Google

Heiterkeit, aber auch mehr Trägheit und Willensschwäche im Süden.

Im Zusammenhang damit darf man die Frage aufwerfen, ob es Zufall sei, daß so oft von Norden her die Eroberer und Staatengründer gekommen sind, welche die Südländer unterworfen? An die Rolle, welche Deutschland so lange gegenüber Italien oder welche die nordspanischen Königreiche in den Maurenkriegen oder die Nord-Italiener in Mittel- und Süd-Italien gespielt, ist nur zu erinnern. So sind die Chinesen von den Mandschuren und die Inder von den Mongolen unterworfen worden, und die Kaffernstämme dringen erobernd aus dem gemäßigten nach dem tropischen Afrika vor. Und nicht bloß der Vortheil der Gestähltheit ist auf Seiten der aus kühleren Klimaten Kommenden, sondern es haben auch darin die Völker kälterer Klimate sicherlich einen großen Vorzug vor denen wärmerer, daß sie im Stande sind, zu der körperlichen Kraft und der Stählung und Energie des Geistes, die ihnen eigen, noch die feinere Kultur der Letzteren sich anzueignen, während diese nicht im Stande sind oder nicht die Neigung haben, umgekehrt zu tauschen. Die Ersteren werden also bei der Berührung immer bevorzugt sein. Selbstverständlich finden diese Vortheile ihre Grenze, wenn man aus äquatorialen nach polaren Regionen wandernd die gemäßigte Zone überschreitet, und entfalten sich am kräftigsten mitten zwischen den beiden. —

So wie bei der Verbreitung des Menschen über die Erdoberfläche die kalten Gegenden der Polar-Regionen die entschiedenste Schranke setzen, so sind es bei seiner Verbreitung nach der Höhe zu die in vielen Beziehungen ähnlichen schnee- und eisbedeckten höchsten Theile der Gebirge, welche ihm ähnlich scharf die Lebensmöglichkeiten abschneiden Es haben Menschen den Chimborazo (6310 Meter) bestiegen und sind in Luftschiffen noch bedeutend höher gelangt. Aber solche Höhen werden nirgends dauernd bewohnt. Die höchsten bewohnten Orte der Erde sind Hanle in West-Tibet (4598 Meter), Cerro de Pasco (4352), und Potosi (4069) auf der peruanisch-bolivianischen Hochebene, Ladak in West-Tibet (3600); in unseren Alpen sind die Kantonniere Sa. Maria

Digitized by Google

am Stilfser Joch (2535), in unseren Mittelgebirgen das Feldberghaus (gegen 1400 Meter) die höchsten dauernd bewohnten Stellen. Hohe Päsſe führen über Himalaya und Cordilleren bei 4000 bis 5000 Meter Höhe, und die höchsten von Eisenbahnen erreichten Punkte sind 4769 Meter bei der Oroyabahn; 4580 bei der von Arequipa-Puno, 2533 bei der von Veracruz-Mexiko, 1367 bei der Brennerbahn.

Die besonderen Lebensbedingungen der Höhe beginnen allerdings schon viel früher als diese vereinzelten Vorpostenpunkte. Das Höhenklima im medicinischen Sinn soll bei 1300 Meter beginnen, da hier eine gewisse Zahl von Eigenthümlichkeiten des Hochgebirges zusammenkommt oder stärker hervortritt, nämlich: Abnahme der Temperatur, größere Trockenheit der Luft, stärkere Besonnung, Aufhören des Ackerbaues und der Industrie. Die Wirkung desſelben auf den Körper ist eine im Ganzen sicherlich der Gesundheit zuträglichere als die des Tieflandklima's. Aus den Todtenlisten der höheren schweizer Thäler, über welche wir genauere Nachrichten haben, ersehen wir, daß die Leute dort entweder an Altersschwäche in den 70er oder 80er Jahren, oder an Unglücksfällen, ferner an verschiedenen akuten Krankheiten in Folge heftiger Erkältungen, nämlich an Lungen- und Brustfellentzündungen, an Nierenentzündungen, dann an Krebsgeschwülsten, Blasenstein- und Blasenkatarrh, eingeklemmten Brüchen, Schlaganfällen, die Kinder auch hier und da an Scharlach, Masern, Diphtherie sterben. Die Pocken kommen ebenfalls bisweilen vor, auch der akute Gelenkrheumatismus; Typhus und Ruhr sind sehr selten, einfache akute Katarrhe der Luftwege kommen vor, doch nicht so oft wie bei uns. Nervenkrankheiten sind selten. Der Kretinismus hört von 1000 Meter an auf. Die hochgelegenen Gegenden der Tropen zeigen viel günstigere gesundheitliche Verhältnisse als die Tiefländer. Sie sind meist vollkommen frei von den eigentlich tropischen Endemien und wenn die letzteren auch eingeschleppt werden, vermögen sie sich doch nur wenig auszubreiten. In Mexiko erreicht — auch durch Einschleppung — das gelbe Fieber selten eine Höhe von mehr als 700 Meter. In Guadeloupe herrschte bei der Gelbfieber-Epidemie von 1866 an den niederen Orten eine Sterblichkeit bis zu 66 % der Erkrankten, während im Camp

Digitized by Google

Jacob (545 Meter), trotz der erheblichen Zahl der dort vereinigten Truppen, sie nicht über 14 % stieg. In Matouba, einige 100 Meter höher, erstickt sogar der Gelbfieberkeim, wenn der Erkrankte zur rechten Zeit dahin kommt. Die Truppensterblichkeit betrug in den Bergstationen von Bengalen 1870 1,12, die der französischen Armee ist 1,01.

Viel wichtiger als dieser passive Vorzug der geringeren Schädlichkeit, welche der Hochgebirgsluft in gewissen Richtungen eignet, ist indessen jedenfalls der aktiv wirkende Antrieb zur Bethätigung der Körperkräfte, welcher ihr zukommt. Der Gebirgsbewohner bewegt sich unter gleichen Verhältnissen viel mehr als der der Ebene und vor Allem viel energischer. Bei Besteigung einer Höhe von 2000 Meter in ca. 5 Stunden kann man rechnen, daß das Herz statt 72 ca. 100 Schläge in der Minute macht, was eine Leistung von 18,000 Kilo darstellt. Die Muskelarbeit des Athemholens, die ca. 25mal verrichtet wird, gibt eine Leistung von 4500 Kilo. Dazu die Hebung unseres eigenen Gewichtes von ca. 75 Kilogr. mit 150,000 gibt zusammen 172,500 Kilogr. Dazu kommt aber noch die Anstrengung des Aufrechterhaltens, die Ausgleichung des Verlustes durch Herabsinken des Schwerpunktes unseres Körpers und durch Reibung am Boden. Man kann die annähernde Summe von 180,000 Kilogr. für diese Arbeitsleistung annehmen, d. h. soviel als wenn man 180,000 Liter Wasser in 5 Stunden in ein um 1 Meter höheres Becken schöpfen würde. (H. Buchner in Z. d. D. Alpenvereins 1876, S. 142.) Nun gibt es in der Regel für den Gebirgsbewohner keine Möglichkeit sich zu bewegen, als indem er an- oder absteigt. Sein Körper wird gestählt, ohne daß er es will oder weiß. Aber auch seinem Geiste werden vielfach ganz andere Aufgaben gestellt. Der Hirte, Jäger, Holzfäller des Gebirges wird zur Bethätigung des Muthes und der Ausdauer angeleitet. Wächst die Bevölkerung an, so muß erhöhte Arbeit die Armuth des Bodens und die Ungunst des Klima's ausgleichen, und nicht umsonst sind hochentwickelte Hausindustrien besonders in Gebirgsländern heimisch: Uhrmacherei im Schwarzwald und Jura, Spitzenklöppelei im Erzgebirg, Metallarbeiten bei den Kaukasus- und Schanvölkern, Weberei in Kaschmir. Die Zurückweisung auf das Leben im Innern des

Digitized by Google

Hauses, welche der harte Winter mit sich bringt, befördert den Hausfleiß und wohl auch manches von dem sinnigen, poetischen Zuge der Gebirgsvölker ist hierauf zurückzuführen, während ihre stark entwickelten religiösen Neigungen auch auf die Bewahrung alter Sitten und auf den übermächtigen Eindruck der Gebirgsnatur hinweisen mögen. Enges Beisammenleben in den heimlich umschlossenen Thälern nährt bei ihm die Heimathsliebe wie bei keinem Anderen. So sehen wir im Gebirgsbewohner einen gestählten, fleißigen, aufgeweckten, heimaths- und freiheitsliebenden Menschen, dessen überlegenem Können und Wollen nicht selten die Herrschaft über weit umliegende Tiefländer zufiel, der aber allerdings auch leicht durch die Armuth seines Bodens räuberischer Lebensweise verfällt.

Von wesentlichstem Einfluß auf die Geschicke der Völker ist der Reichthum des Bodens an Dingen, welche der Verwerthung für eigene und fremde Bedürfnisse zugänglich sind und dieser Einfluß tritt besonders scharf hervor bei der großen Ungleichheit in der Vertheilung von Land und Wasser über die Erde.

Jener überwiegende Theil unserer Erde, der mit Wasser bedeckt ist, kann nur eine verhältnißmäßig geringe Bedeutung für die Produktion beanspruchen. Das Meer, die Seen, die Flüsse bieten dem Menschen im Vergleich zum festen Lande wenig. Am meisten noch liefern sie ihm in Form von Nahrungsmitteln und es ist ganz besonders hervorzuheben, daß in Regionen, wo das Land so kalt und einen so großen Theil des Jahres mit Eis und Schnee bedeckt ist, wie in den Polarländern, das Meer die weitausgrößte Zeit des Jahres fast die alleinige Nahrungsquelle des Menschen ist. Nur kurze Zeit können die Eskimos den Moschusochs, das Renthier und die Vögel jagen, die so hoch nach Norden hinaufgehen, aber meistens sind sie auf die Seehund- und Walroß-, die Walfisch- und Delphinjagd, auf die Fischerei, auf die Ernährung mit Muscheln und Krebsen angewiesen. Dieselbe Bedeutung der Wasserbewohner für die Ernährung des Menschen, und damit zum Theil für den Handel, findet sich in allen kalten Ländern wieder. Noch an der Nordwestküste Amerika's, in Kanada, und tief nach Sibirien hinein, ist der ungemein große Fischreichthum der Flüsse eines der

Digitized by Google

wichtigsten Subsistenzmittel und in getrocknetem Zustand bilden sie in Sibirien einen bedeutenden Handelsartikel. In geringerem Maße kehrt dasselbe in anderen Ländern wieder, wo fischreiche Flüsse und Seen gefunden werden. Im Tsadsee z. B. (Sudan) werden zahllose Fische gefangen und in getrocknetem Zustand durch die Handelskarawanen nach den umliegenden Gegenden verführt, in China und Hinter-Indien fehlen Fische fast niemals in der täglichen Nahrung der ärmsten und reichsten Klasse und werden durch den Handel weit verbreitet, und ebendort ist der sogenannte Trepang, der getrocknete Körper der Holothurie, eines Seethieres, die Hauptgrundlage eines regen Handels von den Inseln an der Küste Neuguinea's bis zum Amurlande. Der Häringsfang in unseren nordischen Meeren, der Walfischfang, die Seefischerei überhaupt, die Perlen-, Schwamm- und Korallenfischerei, die Gewinnung des Schildkrots aus den Schildern gewisser Seeschildkröten, die Zucht und Gewinnung der Austern und anderer Muscheln, sowie der verschiedenen Krebse, dann die sehr bedeutende Salzgewinnung aus dem Meerwasser, sind Beispiele von Produktionszweigen, welche sich ganz auf die Welt des Wassers stützen. Auch aus Landseen wird Salz gewonnen und die Salzseen Inner-Afrika's geben in ihrem Produkt ein wichtiges Tauschmittel ab, eine Art Geld, aus Salzbarren bestehend. Von Pflanzen des Wassers kommt Seetang und einige knollentragende Wasserpflanzen China's für die Ernährung in Betracht; auch der sumpfliebende Reis und Wasserreis (Zizania) gehören hierher.

Das Wasser als Getränke erlangt marktbaren Werth in wasserarmen Ländern, als Eis in heißen, und Wasserkräfte ersetzen andere Kräfteerzeuger. Aber die Hauptbedeutung des Wassers bleibt die als Verkehrsmittel.

Unvergleichlich bedeutender ist als Nahrungs- und Reichthumsquelle das Land. Schon der Umstand, daß die Zahl der Menschen, die am Meere wohnen und von demselben leben, im Vergleich zu denen des Binnenlandes immer gering bleiben muß und im Binnenland dann wiederum die Ausdehnung der dortigen Gewässer, der Seen und Flüsse, so weit zurücktritt hinter der des Landes, läßt dieses voraussehen. Aber es ist besonders Ein Element, das die Gewinne,

Digitized by Google

die der Mensch aus dem Boden zieht, soviel bedeutsamer macht, als die, welche er dem Wasser entnimmt und dieses Element ist die Sicherheit des Ertrages. Es gibt einige Fischereiplätze, wo jedes Jahr ein sicherer Fang zu erwarten, aber keine Fischerei ist in ihrem Ertrag so sicher, wie der Anbau irgend welcher Gewächse und die Rückwirkung dieser Sicherheit auf die Kultur des Menschen ist groß, denn die Stetigkeit, die dem Gewinne des Landbaues eigen ist, bildet ein hochwichtiges Kultur-Element.

Nicht bloß der Ackerbau, allerdings die hauptsächlichste Quelle der Reichthümer, die der Mensch dem Boden entnimmt, sondern auch die Jagd, die Forstwirthschaft, der Bergbau gründen sich auf den Reichthum des Erdbodens. Diese Produktionszweige, so verschieden sie an sich sind, haben alle das Gemeinsame, wenn auch in verschiedenem Grade, daß sie im Vergleich zu denen, die vom Wasser abhängen, etwas von der Festigkeit und Stätigkeit an sich haben, welche dem Elemente, das sie ausnützen, im Gegensatz zum Wasser eigen ist. Sie neigen dazu, den Menschen an die Scholle zu binden und wirken insofern kulturfördernd.

Von diesen Produktionszweigen sind nun einzelne ganz unabhängig vom Klima, andere sind dagegen in hohem Grade abhängig von demselben, und von diesen letzteren wiederum nicht alle in derselben Richtung, nämlich einige von der Kälte, andere von der Wärme, einige von der Feuchtigkeit, andere von der Trockniß. Ganz unabhängig vom Klima ist der Bergbau und alles, was damit zusammenhängt. Gold findet sich in allen Klimaten, Silber in den wüstesten Landstrichen der Wüsten und Hochländer, Eisen ist allverbreitet. Von der Kälte bedingt sind die polaren Fischereien, die Jagd der Pelzthiere, der Eishandel. Von der Wärme bedingt: Alle pflanzlichen Kulturen, dann die Salzgewinnung aus dem Meerwasser und auch die Gewinnung gewisser Produkte der Thierwelt des Meeres, die eben auf wärmere Regionen beschränkt ist, wie der Perlmuschel, des Schildkrots, der Koralle.

Aber verschiedene Kulturen bedürfen verschiedene Wärmegrade. Unser Getreide gedeiht nicht in tropischen Tiefländern, und Kaffee oder Zuckerrohr nicht in un-

Digitized by Google

feren gemäßigten Klimaten. Gewisse Produkte gedeihen überhaupt nicht in gewissen Ländern, wenn auch das Klima im Großen und Ganzen ähnlich, so kommen z. B. manche Reben, die Stachelbeere, die Zwetschge nicht in Nord-Amerika (von Californien abgesehen) fort, während andererseits nirgends der Mais, der Pfirsich so gut gedeihen dürfte wie dort. Thee gedeiht nur in den allerfeuchtesten, die Dattelpalme nur in sehr trockenen Klimaten, Cinchona nur in der Höhe tropischer Gebirgsabhänge, die Cocosnuß mit Vorliebe in der Nähe des Meeres. Da die Wärme den Pflanzenwuchs beschleunigt, so sind die Bedingungen der Produktion im Allgemeinen günstiger in den Tropen als bei uns. Leicht hat man dort drei Ernten für eine bei uns. Auch die große Verschiedenheit der Klimate nach der Höhenlage ist ein förderlicher Umstand. Das daneben so mächtige Moment des Einflusses des Klima's auf die menschliche Arbeitskraft haben wir kennen gelernt. Die Fruchtbarkeit des Bodens, die Gunst des Klima's sind nur Theilursachen gedeihlicher Produktion. Die Arbeitsfähigkeit der Menschen ist die dritte, die hinzutreten muß, um diese schönen Gaben der Natur gewissermaßen zu befruchten. In den höchsten Polarregionen ist der Mensch unfähig zu größeren Leistungen, alles, was er kann, ist: Sein Leben erhalten. Unter dem Aequator ist es nicht so. Der Mensch könnte an den meisten Stellen arbeiten, wenn er nur wollte. Er will nicht, weil er es nicht nöthig hat. Die Natur gibt ihm Viel, sie verdirbt ihn mit dem Reichthum ihrer Gaben, wie eine gute Mutter ihr Kind verdirbt.

Unter den Bedingungen der Produktion, die der Mensch erst geschaffen hat und die man im Gegensatz zu den vorgenannten künstliche nennen könnte, steht die Akklimatisation in erster Reihe. Im weitesten Sinne kann sie als Verpflanzung der Gewächse und Thiere gefaßt werden. Man schätzt selten genug die tiefgreifende Wirkung, welche sie auf die wirthschaftliche Entwicklung der Länder geübt hat. Wenn man aber bedenkt, daß von unseren in Deutschland angebauten Kulturgewächsen alle Getreidearten, vielleicht mit Ausnahme der Gerste und des Hafers, die Hirse, der Buchweizen, die Kartoffel, der Mais, der Tabak, der Wein, Hanf, Flachs, fast alle Obstarten, ja selbst manche Futtergewächse

Digitized by Google

aus fremden Ländern und zum Theil sehr weither gebracht werden mußten, daß sie also nicht einheimisch bei uns sind, so begreift man wohl, wieviel von dieser Verpflanzung, der sogenannten Akklimatisation, abhängt. Fügt man hinzu, daß unsere Rinder und unsere Schweine vorwiegend asiatischen, unsere Pferde und Esel asiatischen, unsere Katze afrikanischen, unsere Hühner indischen Ursprungs und unsere Schafe und Ziegen jedenfalls nicht einheimisch, wenn auch nicht genau bekannten Ursprungs sind, so muß man zu dem Schluß gelangen, daß es eigentlich die Akklimatisation ist, auf der unsere Landwirthschaft und Viehzucht und selbst ein Theil unserer Industrie und damit eben der größte Theil unserer wirthschaftlichen Blüthe und endgültig unserer Kultur beruht. Nur ein kleiner Bruchtheil unserer Bevölkerung vermöchte sich von denjenigen Pflanzen und Thieren zu ernähren, die bei uns einheimisch sind. Jedenfalls kann man soviel sagen, daß ohne die Bereicherung durch Akklimatisation unser Leben arm und elend sein würde.

Aehnlich ist es in anderen Regionen der gemäßigten und kalten Zone. Von der Natur mit Ueberfluß ausgestattet können eigentlich nur die Tropenländer genannt werden und selbst in ihnen haben vielfältige Austausche und Verpflanzungen von Kulturgewächsen und Hausthieren stattfinden müssen, ehe sie den Grad von Produktivität erreichten, der heute die Mehrzahl von ihnen auszeichnet.

Die Zahl der auf der Erde benützten Vegetabilien wird auf 2500 geschätzt. 600 davon dienen zur menschlichen Nahrung, 40 sind Futtergewächse, 76 farbestofffliefernd, über 200 werden zu verschiedenen technischen Zwecken benützt, 250 zu medicinischem Zwecke, zahlreiche Bäume wegen ihres Holzes u. s. f. Doch ist natürlicherweise eine solche Schätzung nur immer sehr annähernd.

Von unseren Getreidearten sind Weizen und Spelz ursprünglich wild in Mesopotamien, Gerste in Armenien, Roggen und Hafer in Südost-Europa. Von diesen wichtigen Brotpflanzen sind Weizen, Spelz und Gerste von den Alten zu uns gekommen, während wahrscheinlich Roggen und Hafer ursprünglich von den alten Deutschen gebaut wurden. Hirse stammt in verschiedenen Arten aus Asien und Afrika

Digitized by Google

und bildet aber in Afrika das Hauptgetreide; Mohrenhirse und Durrha (Sorghum) spielen in Central-Afrika dieselbe Rolle wie bei uns jene genannte Getreideart oder wie in Amerika der Mais oder wie in China der Reis. Der Reis ist ein ursprünglich ost- oder südasiatisches Gewächs, dessen Hauptmasse noch heute in Ost-Asien und Hinter-Indien erzeugt wird, das aber auch in Amerika und Europa ein wichtiger Gegenstand des Ackerbaues geworden ist. Der Mais ist das Getreide Amerika's, wo es bei der Entdeckung durch die Europäer von Brasilien bis Massachusetts und von Chile bis Californien angebaut wurde. Es ist jetzt in allen Theilen der Alten Welt angebaut, ist sogar in Süd- und Südosteuropa die wichtigste Nahrungspflanze des Volkes geworden. Amerikanische Getreidearten von nur örtlicher Bedeutung sind der Wasserreis (Zizania) und Kinoe (Chenopodium), ersteres eine Sumpfpflanze Nord-Amerika's, letzteres auf den Hochebenen Süd-Amerika's angebaut. Der Buchweizen, die jüngste unserer Getreidepflanzen, stammt aus Nord-Asien oder den östlichen Theilen Rußlands und ist erst im Mittelalter bei uns eingeführt worden.

Neben den Getreidepflanzen sind Knollen und Wurzeln wichtige Nahrungsmittel, die in allen Theilen der Welt in Masse und mit Begierde gegessen werden, aber nicht von der Kulturbedeutung sind wie die Körnerfrüchte. Sie sind, man möchte sagen, von weniger edler Art. Weder ihr Anbau, noch ihre Zubereitung macht den Menschen so viel Mühe wie der des Getreides und sie zwingen ihn nicht zu den Erfindungen und Vorrichtungen, welche Ernte, Aufbewahrung und Zubereitung derselben erheischt. Man kann sich leicht denken, daß die rohesten Botokuden oder Australneger Kartoffeln oder Bataten pflanzen, aber schwer ist es, sie sich als Getreidebauer vorzustellen, denn das eine erfordert eben doch bedeutend mehr Arbeit als das andere, und zwar nicht bloß körperlich. Man wird daher kaum zu viel sagen, wenn man den Bau der Wurzeln und Knollen als eine um einen Grad niedrigere Kultur auffaßt als den des Getreides und das um so mehr, als ihr Nahrungswerth ein viel geringerer ist. Die meisten Wurzeln und Knollen sind ursprünglich tropische und subtropische Produkte:

Digitized by Google

Die Kartoffel (Solanum) ist in verschiedenen Theilen des mittleren und südlichen Amerika heimisch. Ebenso Manioc (Jatropha), welcher ursprünglich scharf, giftig ist, aber durch Zubereitung mild wird. Er liefert ein Mehl, das als Tapioca, Cassave bekannt ist und wird besonders in Süd-Amerika viel gebraucht. Auch die Batate (Convolvulus) ist amerikanisch, Yam (Dioscorea) dagegen asiatisch. Von weiteren Knollengewächsen stammen Topinambur (Helianthus) und einige Oxalisarten ebenfalls aus Amerika. Der Pteris-Wurzelstock Neuseelands ist eine der wenigen einheimischen Nährpflanzen des fünften Erdtheils. Rüben, Rettich, Sellerie, Möhre sind ursprünglich europäische Pflanzen, die wohl alle schon von den Alten kultivirt wurden und von diesen zu uns kamen. Zwiebel und Knoblauch sind in West-Asien zu Hause. Spargel und Hopfen sind kultivirte Gewächse, die in Europa einheimisch sind.

Zahllose Pflanzen liefern in ihren Blättern Gemüse und Salate. Bei uns gibt es kaum ein nicht entschieden giftiges Gewächs, das nicht in irgend einer Form gegessen wird oder wurde. Nur die Algen sind hier besonders zu erwähnen, welche in den armen pflanzlichen Nahrungsschatz der Polarvölker eingehen.

Von den stärkmehlreichen Flechten werden besonders in den Polarregionen die Renthierflechte und das Isländische Moos (Cetraria), in den mittelasiatischen Steppen die sog. Mannaflechte (Parmelia) vom Menschen gegessen. Blumen- und Blüthenstände werden vom Blumenkohl, der Artischoke, der Okra (Hybiscus) gegessen, Blattknospen von der Kohlpalme und den Kapern.

Von unseren Früchten sind Bohnen, Erbsen, Linsen asiatischen Ursprungs. Unter den zahllosen Arten dieser Hülsenfrüchte sind bemerkenswerth die Garbanzos oder Kichererbse, welche als gewöhnlichster Karawanenproviant in den nordafrikanischen Wüstenregionen zusammen mit den Datteln eine gewisse Bedeutung für den Verkehr der Menschen erlangen. Die Erdnuß (Arachis) ist wahrscheinlich brasilianischen Ursprungs. Die Gurken, Melonen, Kürbisse (Cucumis) sind Steppenfrüchte asiatischen Ursprungs, deren Schalen auch zu Geräthen verwendet werden.

Digitized by Google

Der berühmte Brotfruchtbaum (Artocarpus) ſtammt von ſüdaſiatiſchen und polyneſiſchen Inſeln. Die Zapotes, Chirimoyas und andere Anona-Arten ſind tropiſch-amerikaniſch. Die Perſimon-Pflaume iſt nordamerikaniſch, ebenſo die Tomaten (Lycopersicum) und der Melonenbaum (Papaya). Die köſtlichen Früchte des Mango (Mangifera) und der Manguſtane ſtammen aus Indien, Litſchi (Nephelium) aus China. In China wird auch die Jujuba (Zyzyphus) viel gebaut. Die Agrumi (Citrus) ſind indiſchen Urſprungs und ſind Citronen ſeit dem 4., Orangen ſeit dem 9. Jahrhundert in Europa kultivirt. Die Granate (Punica) ſtammt aus Weſt-Aſien. Von unſeren Obſtarten finden ſich Aepfel und Birnen ſchon in den Pfahlbauten; ſie ſind einheimiſch im nordöſtlichen Theil der Alten Welt. Die Miſpel gehört Mittel- und Süd-Europa an. Die Kirſche ſtammt aus Weſt-Aſien, während die Pflaume wohl eine Bürgerin Europa's iſt. Daß gerade dieſe Früchte der gemäßigten Zonen eine ſo große Bedeutung erlangt haben, während die zahlreichen Tropenfrüchte dieß nicht vermögen trotz ihrer Vorzüglichkeit, bietet einen bemerkenswerthen Beweis, wie verſchieden die Schätze der Natur auszunützen ſind. Aprikoſe, Pfirſich, Mandel ſind weſtaſiatiſchen Urſprungs. Von den eßbare Früchte tragenden Palmen iſt die Dattelpalme ein Kind der nordafrikaniſchen Wüſte, während die Kokospalme kosmopolitiſch in den Tropen zu ſein ſcheint. Beerenfrüchte erlangen ihre größte Bedeutung im Norden ſowohl Aſiens und Europa's als Amerika's: Moosbeere, Preißelbeere, Stachelbeere, Johannisbeere und viele andere gehören alle nordiſchen gemäßigten Breiten an. Unſer Weinſtock iſt in Weſt-Aſien heimiſch. Aber neuerdings ſind auch amerikaniſche Arten in Nord-Amerika kultivirt worden.

Von den Erregungsmitteln iſt der Kaffee (Coffea) arabiſchen oder abeſſiniſchen Urſprungs, kommt aber auch in Weſt-Afrika vor. Der Thee findet ſich in China und Indien wild. Der Cacao (Theobroma) im nordöſtlichen Süd-Amerika, der Maté (Ilex) im ſüdlichen, die Gurunüſſe im Sudan, die Kawawurzel in Polyneſien. Bekanntlich ſcheint es kein Volk zu geben, das nicht eines oder das andere Erregungsmittel genöſſe, und ſo werden ſelbſt entſchiedene Giftpflanzen zu

Digitized by Google

diesem Zwecke benützt. So der Fliegenschwamm von den Kamtschadalen, das Bilsenkraut von den Tungusen. Die Säfte einiger Pflanzen werden wegen ihres Zuckers in frischem oder gegohrenem Zustande genossen. Von ihnen ist das Zuckerrohr indisch, die Zuckerhirse (Sorghum) afrikanisch, die Pulque liefernde Agave amerikanisch. Das Opium (Papaver) ist jedenfalls eine Erfindung der Alten Welt. Aus der Neuen stammt dagegen der Tabak, während Betel (Piper) asiatisch und Coca (Erythroxylon) peruanisch ist. Beide sind erregende Kaumittel.

Von den eigentlichen Gewürzen stammen Gewürznelken und Muskatnuß von den Molukken, Safran aus West-Asien, Spanischer Pfeffer, Chilli (Capsicum) aus Amerika, Pfeffer aus Süd-Asien, Vanille aus Amerika, Zimmt aus Süd-Indien, Cassia aus China.

Von den Gespinnstpflanzen kommt die Baumwolle (Gossypium) in verschiedenen Arten wild in den Tropen Alter und Neuer Welt vor, aber die Heimath der kultivirten ist Indien. Jute (Corchorus) gehört ebenfalls Indien, Lein, Flachs (Linum) Europa, Neuseeländischer Flachs (Phormium) Neuseeland, Chinagras (Boehmeria nivea) Ost-Asien, Hanf (Cannabis) West-Asien, Manilahanf den Philippinen an.

Von den Oelpflanzen gehören Europa an Nuß- und Buchenbaum, sowie der Lein, westasiatischen Ursprungs dürften Hanf, Mohn, Olive und Sesam sein. Der Talgbaum (Croton) ist in China heimisch.

Von den Färbepflanzen gehört Krapp (Rubia) den Mittelmeerländern, Indigo in verschiedenen Arten Asien und Amerika, Rocella oder Orseille (Färberflechte) der Mittelmeerküste, Gummigutt (Hebradendron) Süd-Asien, Henna (Lawsonia) Indien, Waid (Isatis) Mittel- und Nord-Europa an.

Als zwei der wichtigsten Arznei liefernden Gewächse ist noch die Chinarinde (Cinchona) des nördlichen Süd-Amerika und der Rhabarber (Rheum) Hochasiens zu nennen. Endlich stammt von Gummiarten und Harzen Traganth (Astragalus) aus den Mittelmeerländern, Weihrauch (Boswellia) aus Arabien, Gummilack (Croton) aus Indien und der Firnißbaum aus China.

Digitized by Google

Als berühmte ausländiſche Nutzhölzer mögen das des Teckbaumes (Tectonia) Süd-Aſiens, das Ebenholz (Diospyros) des tropiſchen Aſiens und Afrika's und das Mahagoni Mittel- und Süd-Amerika's genannt ſein. —

Von den Hausthieren iſt der Hund das weiteſt verbreitete. Unentbehrlich iſt er im äußerſten Norden als Zugthier, in allen Breiten als Jagdgefährte und Wächter des Hauſes. Sein Stammvater iſt wahrſcheinlich nicht in einer einzigen, ſondern in mehreren Arten von Canis zu ſuchen. Das Rind, in verſchiedenen Arten längſt gezähmt und in der Alten Welt allverbreitet, ſoweit es die klimatiſchen Bedingungen erlauben. Unſere Rinder ſind wahrſcheinlich theils Abkommen des längſt ausgeſtorbenen Urſtiers (Bos primigenius), theils aſiatiſchen Urſprungs. Die Europäer fanden ſchon am Kap der Guten Hoffnung, als ſie dahin kamen, gezähmte Rinder vor. Der Büffel (Bubalus) iſt aus Indien in hiſtoriſcher Zeit (Völkerwanderung) nach Südoſt- und Süd-Europa gekommen. Das Schaf ſtammt wohl aus Vorder-Aſien, die Ziege vom Kaukaſus, das Pferd und der Eſel aus Inner-Aſien. Unſer Schwein ſcheint eine Miſchraſſe zu ſein, die theils aus Indien, theils vom Wildſchwein ſtammt. Die Kamele ſtammen faſt ſicher aus Inner-Aſien, von wo ſie nach Afrika, neuerdings ſelbſt in die dürren Regionen Auſtraliens und Nordweſt-Amerika's eingeführt worden ſind. Das Renthier iſt nur in der Alten Welt von Polarvölkern gezähmt. Die Lama's ſind ſüdamerikaniſch, der wenig benützte Tapir mittelamerikaniſch. Von den Elephanten iſt nur der indiſche gezähmt. Meerſchweinchen und Truthahn ſind noch amerikaniſch. Das Huhn ſtammt aus Indien, das Perlhuhn aus Afrika. Gans und Ente ſcheinen nordeuropäiſchen Urſprungs zu ſein. Die Seidenraupe kam im 6. Jahrhundert aus China nach Griechenland. Von anderen Inſekten iſt die Biene im Allgemeinen altweltlichen, die Cochenille mexikaniſchen Urſprungs.

Bei den Hausthieren ſowohl als den Kulturpflanzen iſt es nicht bei der Akklimatiſation geblieben, welche dieſelben heute über bald alle Theile der Erde verbreitet hat, ſondern ſie ſind durch die Arbeit des Menſchen außerdem nach den verſchiedenſten Seiten hin veredelt und in ſolcher Weiſe

Digitized by Google

verändert worden, daß sie sich ganz anderen Lebensbedingungen anpaßten als diejenigen sind, unter welchen sie ursprünglich lebten. Der ursprünglich tropische oder subtropische Mais hat durch Züchtung Spielarten von kürzester Vegetationszeit entwickelt, welche noch in Kanada bessere Erträge geben als unsere nordeuropäischen Getreidearten. Aehnlich sind Baumwolle, Reis, Weinrebe und viele anderen den Bedürfnissen der Menschen angepaßt worden, oft in einer Weise, welche ganz andere Geschöpfe aus ihnen machte, als sie ursprünglich gewesen waren. Was die Hausthiere anbetrifft, so genügt es, in dieser Beziehung an Hund, Pferd und Rind, diese drei hauptsächlich wichtigen Diener und Gefährten des Menschen zu erinnern.

Damit hat der Mensch tiefer in die Entwicklung der lebenden Schöpfung eingegriffen als irgend ein Wesen vor ihm. Er hat aber dasselbe noch nach vielen anderen Richtungen gethan. Die Ausrottung der Wälder, die Austrocknung der Sümpfe, die künstliche Bewässerung, die Vertilgung schädlicher Thiere oder solcher, deren Erlegung ihm Vortheil gewährte, ohne daß sie gezähmt werden konnten, bedeuten tiefe Wirkungen auf die Natur, in welche er selber hineingeschaffen ist. Viele von seinen Werken verändern nicht minder auch die todte Natur. Es genügt, an die Durchbohrung von Gebirgen, die Ableitung von Flüssen, die Durchschneidung von Landengen zu erinnern, welches nur die hervorleuchtenden Punkte unter Millionen Wirkungen dieser Art sind.

Wenn viele Zeugnisse dafür sprachen, daß der Mensch tiefe Einwirkungen von der Natur empfängt, so erkennen wir hier, daß er auch seinerseits Wirkungen auf sie übt, von denen manche nicht geringe Dauer haben werden. Aus den Wirkungen, welche er übt und empfängt, ziehen wir aber den Schluß, daß er sich in innigere Beziehungen zu der ganzen Natur zu setzen vermocht hat, als die anderen lebenden Wesen und daß eine große Eigenthümlichkeit seines Wesens eben darin beruht. Weniger als irgend ein anderes Geschöpf könnte er losgelöst von dieser Natur betrachtet werden, mit welcher er in so tiefer und lebhafter Wechselwirkung steht.

Digitized by Google

Register.

Aargletscher 265.
Abessinisches Hochland 135.
Abflußseen 278, **282**, 283.
Ablagerung 241.
Abplattung der Erde 21.
Abschmelzung des Gletschers 262.
Abspülung 148.
Acongagua 80.
Aequator 30, 39.
Aermel-Kanal 148.
Aethiopisches Reich (Fauna) **345**.
Aetna 62, 67, 69, 70, 75, 77, 78.
Afrika 108.
„ Ost- u. Mittel- (Fauna) 345.
„ Süd- (Fauna) 346.
„ „ (Flora) 357.
„ West- (Fauna) 345.
Agassiz 335.
Aid 78.
Akklimatisation bei Menschen 411.
„ bei Hausthieren u. Nutzpflanzen 422.
Alaska 80.
Alb, Rauhe 117, 173.
Alba Jarat 135.
Aletsch-Gletscher 264, 265.
Aleuten 80, 163.
Alleghanies 127, 128, 135, 136.
Alleghany-Provinz (Fauna) 350.
Allgegenwart lebender Wesen 325.
Alpen 123, 135, 137.
Alpenglühen 294.
Altai 135.
Altwasser 244.
Amazonenstrom 215, 247.
Amerika 109, 268.
Ammonsoase 211.
Amsterdam 81.
Amur 215.
Anaxagoras 18.
Anaximander 18.
Anden 123.
„ (Flora) **362**.
Anglesea 159.
Anschwemmungsinseln 160.
Antipassat **302**.
Apennin 127, 135.
Aralsee 279, 281.
Ararat 79, 135.
Arctische Meeresthiere in wärmeren Meeren 335.
Arctisches Gebiet (Flora) **351**.
Aristoteles 18, 24, 295.
Armenisches Hochland 135.
Ascension 81, 163.
„ (Flora) 365.
Asche, vulkanische 63.
Asien 108.
„ Nord- (Fauna) 344.
Athapaska 137.
Athen 140.
Atlas 135.
Atlantischer Ocean **185**.
Atmosphäre, Höhe der 295, vgl. Luft.
Atolls **169**, 170 (Abb.).

Digitized by Google

Atrato 221, 250.
Atrio 76.
Aufschüttungs-Hochebenen 118.
Ausfüllungs-Hochebenen 119.
Australien 80, 110.
„ (Fauna) **347**, 348.
„ (Flora) **357**.
Austra-malayische Provinz (Fauna) 348.
Axe der Erde 39.
Azoren 58, 78.
„ (Flora) 364.

Baden-Baden 54, 212.
Badenweiler 213.
Baer, C. E. von 282, 409.
Baer'sches Gesetz 253.
Bären-Insel 201.
Balkansystem 135, 137.
Balkhaschsee 279, 281.
Bänke **248**.
Barren Island 80.
Beweglichkeit der Luft 293.
Bewegungen der Erde 23, 29, 32.
Bewegung der Gletscher 260, 266.
Bifurkation 217.
Bjelucha 135.
Binnenvölker 403.
Black Dome 135.
Bodenformen **113**.
Bodengestalt des Meeres 180.
„ Einfluß auf die Geschichte 403.
Bodengletscher 259.
Boden- und Pflanzenwuchs 336.
Bodenreichthum **419**.
Bogdo Ola 135.
Böhmerwald 115.
Bomben, vulkanische 64.
Bonin-Inseln 79.
Bora 304.
Borneo 158.
Bourbon 78.
Brasilianisches Mittelgebirge 136.
Brasilien (Fauna) **349**.
„ (Flora) **362**.
Breite, geographische 40.
Breitenkreise 40.
Bremen 141.
Buch, L. von 406.
Buchner, Hans 418.
Bucht 140.

Cadix 140.
Caldera 77.
Californien 70.
„ (Fauna) **350**.
„ (Flora) **360**.
Camerungebirge 78, 135.
Canada (Fauna) 351.
Canarien 78.
„ (Flora) 364.
Cap 141.
Cap-Flora **357**.
Capverdische Inseln 78.
„ (Flora) 365.
Carlsbad 212, 213.
Cascadengebirge von Oregon 80.
Cassiquiare 217.
Celebes 79.
Central-Alpen, Durchschnitt der 133 (Abb.).
Ceylon 161.
Ceylon und Süd-Indien (Fauna) 346.
Chamouny 258.
Charpentier 244.
Chicago-Flüßchen 216.
Chiemsee 212.
Chilenische Provinz (Fauna) 349.
Chilenisches Uebergangsgebiet (Flora) **364**.
Chimborazo 77, 80.
Chinesisch-japanisches Gebiet (Flora) **353**.
Cirrostratus 319.
Citlaltepetl 80.
Col du géant 256, 257.
Colorado 247.
Columbia 247.
Comoren 79.
Congo 215.
Connecticut 243.
Constantinopel 140.
Cordilleren 137.
Cotiguina 62, 80.
Cotopaxi 62, 77, 80.
Cumbre de Mulahacen 135.

Digitized by Google

Cumulostratus 319.
Cumulus 319.
Cuzco 127.
Cyclonen 305.

Dämme **246**.
Dämmerung 294.
Dammriffe 167.
Dampfgehalt der Luft 316.
Danzig 141.
Dapsang 135.
Darwin, Ch. 274, 335.
Daubensee 211.
Delta 114, **246**, 248, 249.
Deltaboden 252.
Demawend 135.
Denudirende Wirkungen 241.
Deutschland. Bodengestalt und Geschichte 404.
Diatomeen 189.
Dollart 149.
Dolphin-Riff 185.
Donau 215, 221.
Doppelhorn 121.
Dor el Chodib 135.
Drift-Ablagerungen 179.
Dschebel Duhr 78.
Dschebel el Teltsch 135.
Dschungel 373.
Dünen **155**.
„ in den Wüstengegenden 157.

Ebbe 204.
Ebro 137.
Eisberge **274**.
Eisfelder 201.
Eismeere **187**.
Eiszeit 264, **269**.
Elbe 215, 221.
Elburs 135.
Elemente, die vier 99.
El Picacho 135.
Eltonsee 279.
Enns 126, 221.
Ennsthal 129.
Erdaxe 30.
Erdbeben 61, 83, 85.
Erdbebenwellen 183.
Erde 5.
Erdinneres 51.
Erdtheile 103.
Erebus 81.
Erobernde Völker 415.
Erosion durch das Eis 270, 271.
Eruptivgesteine 177.
Erzgebirge 127.
Etesien 303.
Europa 105, 107.
Europa, Mittel- und Nord-(Fauna) **344**.
Ewigschnee-Gebirg 265.

Fairweather 80.
Falkland-Inseln (Flora) 366.
Faltengebirge 127.
Faltenthäler 128.
Felsengebirge 125.
Felsengebirgsprovinz (Fauna) **350**.
Felsen-Hochebenen 118.
Ferdinandea 58, 78.
Festland 93.
Feuchtigkeit 329.
Fichtelgebirge 127.
Fidschi-Inseln 81.
„ (Flora) 365.
Finnisches Plateau 136.
Finsteraarhorn 133.
Finsterniſſe 48.
Fjorde **141**, 270, 289.
Fjordregion von Bergen 143 (Abb.).
Fjordseen 289.
Firn **255**, 265, 267.
Firnmulden 264.
Fiumaren 221.
Fixsterne 1, 8.
Flachland 114.
Flächenraum 125.
Flora-Gebiete 341.
Floris 79.
Floß 245.
Flüsse **209**.
„ als Grenzen 386.
Flut 204.
Föhn 303.
Föhrden **141**.
Forbes, Ed. 256, 332.
Formosa 79.
Forum Vulcani 61.

Digitized by Google

Frankenjura 173.
Franz-Josephs-Land 269.
Fusi-Yama 57, 79.

Gänge 179.
Galapagos-Inseln (Flora) 366.
Gamalama auf Ternate 79.
Gambaragara 405.
Gandecken 259.
Ganges 137.
Ganges-Delta 252
Garonne 137, 221.
Gastein 213.
Gaurisankar 135.
Gebiete der Thier- und Pflanzenverbreitung (Fauna) **344**.
Gebirge **120**.
„ als Grenzmarken 137.
„ als Scheidewände der Völker 385.
Gebirgsabhänge, geschichtliche Rolle 407.
Gebirgsbildung **132**.
Gebirgsfeuchtigkeit 210.
Gebirgsform 115.
Gebirgskette 121.
Gebirgsstöcke 121.
Gebirgsthäler 243.
Gebirgsvölker 417.
Gelungung 72.
Geographie und Geschichte 377, 380.
Geographische Vertheilung der Menschenrassen 387.
Geographische Vertheilung des Wasserdampfes 316.
Geotektonik **179**.
Geothermische Tiefenstufe 54.
Gepatsch-Ferner 264.
Gerlsdorfer Spitze (Tatra) 135.
Geröllbänke 244.
Geschwindigkeit des Fließens 219.
Gesellschafts-Inseln 186.
Gesteine der Erdrinde **176**.
Gewicht der Erde 49.
Gewicht der Luft 295.
Gewitterbildung in den vulkanischen Ausbrüchen 64.
Geysir 54, **212**.
Gezeiten **204**.
Gezeiten-Strömungen 206, 250.
Giebelhorn 121.
Gipfel 121.
Glacier des bois 258.
Glacier du géant 257.
Gleicher 30, 39.
Gletscher **254**, 264, 265.
Gletscherbach 273.
Gletscher, Bewegung der 256.
Gletschereis 255.
Gletscher, geographische Verbreitung der 267.
Gletscherkorn 255.
Gletscher, Größenverhältnisse der 264.
Gletschermühlen 262.
Gletscher, Polar- 274.
Gletschertische 261, 262.
Gliedergebirge 126.
Gliederung, geographische **144**, vgl. Küstengliederung.
Gliederung, horizontale, der Gebirge 126.
Gliederung, parallele 127.
„ Quer- oder Transversal- 126.
„ strahlenförmige 127.
Globigerinenschlamm 189.
Golf 140.
Golfstrom **196**.
Gornergletscher 259.
Gran Sasso 135.
Granit 123.
Grathöhe 124.
Greenwich 43.
Grenzen des Lebens 327.
Grotte von Capri 151.
Grundmoräne 260.
Guadeloupe 80.
Gufferlinien 259.
Gujana und Venezuela, Flora von **361**.
Gunung-Dempo 79.
„ -Lawu 405.
„ -Radjani 79.
„ -Semeru 79.
Guthe 377.

Digitized by Google

Haarspalten 256.
Haff **154**.
Haide 373.
Haine 373.
Halbinseln 395.
„ geschichtliche Rolle der 398.
Hamburg 141.
Hammadas 118.
Harz 115.
Hausthiere **428**.
Hawaiische Inseln 81.
Hebungen und Senkungen des Bodens 93, 94.
Hekla 69, 78.
Helgoland 150, 159.
Helland 266.
Helmersen 271.
Heraklides von Pontus 24.
Herculanum 72.
Herodot 18.
Hervey-Inseln 165.
Himalaya 123, 125, 135.
Himmelsrichtungen 44.
Hindostanische Provinz (Fauna) 346.
Hindukusch 135.
Hoangho 215, 220, 247, 250.
Hochebene **117**.
Hochland 116.
Höchste Wohnstätten des Menschen 416.
Höhenklima 416.
Hof 294.
Homerisches Weltbild 13 (Abb.).
Horizont 37.
Horn (Bergform) 121.
Hudson 126.
Hügelige Bodenformen 114.
Hugi 255, 256.
Humboldt, A. von 123, 297, 310, 324, 328.
Hylaea oder Amazonas-Gebiet (Flora) 361.

Illampu oder Nevado de Sorate 135.
Indischer Ocean 186.
Indisches Monsun-Gebiet (Flora) **354**.
Indisches Reich (Fauna) **346**.
Indo-chinesische Provinz (Fauna) 347.
Indo-malayische Provinz (Fauna) 347.
Indus 137.
Indus-Thal 129.
Inland-Eis 265, 272.
Inn 126.
Inselgruppen 158.
Inseln **158**, 245, 341.
„ Bedeutung der, im Haushalte der Natur 174.
„ Bevölkerung der, 391.
„ unbewohnte 392.
Inselvölker, geschichtliche Stellung der **394**.
Irazu 80.
Isalco 57, 69.
Isobaren 297.
Isothermen 310.
Iwan Bogoslaw 58.
Jahdebusen 149.
Jahreszeiten 34.
Jan Mayen 78, 163.
Japan und Nordchina, Fauna von 345.
Japanische Inseln 79.
Java 79.
Jeir 79.
Jenissei 215.
Jökull 268.
Jorullo 57.
Juan Fernandez (Flora) 366.
Junghuhn 53, 61.
Jura 127, 128.
Justedals-Bräer 268.

Kältepol 312.
Kämme, Gebirgs- 121.
Kalahari (Flora) **356**.
Kammhöhe 124.
Kanadische Seenplatte 136.
Kara-Boghas 282, 283.
Karpathen 135.
Kaspisee 279, 281.
Katzenbuckel 122.
Kaukasus 122, 135.
Kober 401.

Digitized by Google

Keelfoß 219.
Kenia 78.
Kerguelen-Land (Flora) 366.
Kiepert 379.
Kilauea auf Hawai 61.
Kilimandscharo 78.
Kiufiu 79.
Klabat 79.
Klima und Kultur **408**.
„ und Arbeit 410, 412.
„ und Reichthum 413.
Kljutschewskaja Sopka 77, 79.
Kochbrunnen **213**.
Kometen 2, 7.
Kong 135.
Korallen, riffbauende 164, 332.
Korallengebilde in der Fidschi-Gruppe 168 (Abb.).
Koralleninseln **164**.
Korallenkalk 179.
Korea 79.
Krater 74.
Kreislauf der Luft 300.
„ des Wassers 182.
Krimler-Ache 219.
Küen-lün 135.
Küsten **139**.
Küstenablagerungen 188.
Küstenentwicklung 139.
„ Bedeutung der, für die menschliche Kultur 399.
Küstengliederung, Bestimmung der **398**.
Küstenlänge **147**.
Küstenvölker 403.
Kugelgestalt der Erde 16.
Kuli-Arbeit 413.
Kunèr oder Kund 135.
Kuppe 121.
Kuppel 121.
Kurilen 79, 163.
Kusima 77.
Kwarkusch 135.

Lac de Joux 211.
Lac d'Oo glacé 211.
Lago d'Agnano 71.
Lagunen und Lidi von Venedig 153 (Abb.).
Lagunenriffe 167.
Länge, geographische 43.
Längekreise 41.
Längsthäler 129.
Landenge von Panama 337.
Landengen **141**.
Landhalbkugel 101.
Landmassen 100, 184.
Landschaftliche Pflanzentypen **367**.
Landschlüpfe 241.
Landwind 303.
Landzungen 141.
Lapilli 63.
La Plata 215.
Lappen 406.
Lassen 396.
Lava 61, 64, 66, 179.
Lava d'acqua 72.
Lavafelder 70.
Lawinen **254**.
Lena 215.
Libanon 135.
Licht 329.
Liebfrauenbrunnen bei Leuck 211.
Liparen 58.
Liukiu 79.
Loire 215.
Lombok 79.
London 101.
Lucendro-Gletscher 261.
Luft **292**.
„ Beweglichkeit 293.
„ Farbe 294.
„ Gewicht 295.
„ Zusammensetzung 292.
Luftdruck 296.
„ Aenderungen 207.
„ Jahreszeitliche Schwankungen 307.
„ Tägliche Schwankungen 307.
„ Unregelmäßige Schwankungen 308.

Madagaskar 78, 158, 161.
„ (Fauna) 346.
„ (Flora) 365.
Madeira (Flora) 364.
Mächtigkeit der Gletscher 266.

Digitized by Google

Magellan 20.
Magnetischer Pol 31.
Maladetta-Gletscher 267.
Mallet 93.
Mangroven-Wald 373.
Mann 396.
Maqui-Form 373.
Marsch 157.
Martinique 80.
Marseille 140.
Martins 333.
Maskarenen (Flora) 365.
Massengebirge 126.
Material der Gebirge 129.
Maunakea 81.
Maunaloa 67. 77.
Mauritius 78.
Meer 103, **181**.
„ Bodenbeschaffenheit 180, 187.
„ Bodengestalt 184.
„ Tiefe 183.
Meerbusen 140.
Meeresisothermen 194.
Meeresströmungen **195**, 341.
Meermühlen 207.
Meer, todtes 281.
Meerwasser 190.
„ Dichtigkeit 191.
„ Farbe 191.
„ Gasgehalt 191.
„ Klarheit 191.
Mehadia 54.
Mensch, der, als Gegenstand der Erdkunde **375**.
Mensch, der, als Umbildner der Natur 429.
Menschen, Zahl der, 375.
Mer de glace 256, 257.
Meridian 41.
Mesa 118.
Messina 140.
Metamorphische Gesteine 177.
Meteoriten 7.
Meteorsystem 22.
Methana 58.
Mexiko (Fauna) 350.
„ (Flora) **360**.
Milchstraße 2, 10.
Mississippi 137, 215, 221, 241, 245, 247.
Mississippi-Delta 250, 251.
„ -Tiefland 114.
Missouri 137.
Mistral 304.
Mittelländisches Gebiet (Fauna) 344.
Mittelmeer 187.
Mittelmeer-Gebiet (Flora) **352**.
„ Kulturbedeutung 402.
Mittlere Stellung der Erde 5.
Mofetten 60.
Molukken 79.
Mond **46**.
Mondknoten 47.
Monosee 71.
Monsun **302**.
Mount Elias 80.
Montano 410.
Montblanc 123, 135.
Monte Nuovo 57, 77.
Moränen **259**.
Moränenlandschaft **270**, 290.
Mount Cook 80, 135.
Mount Whitney 135.
Moussón 258.
Mündungsarme 252.

Nadir 38.
Naturhäfen 140, 163.
Nearctisches Reich (Fauna) **350**.
Nebel 317.
Nebelflecken 2, 10.
Nehrung **154**, 251.
Neotropisches Reich (Fauna) **348**.
Neubildungen von Küsten 151.
Neubritannische Inseln 80.
Neue Hebriden 80.
Neu-Guinea 80, 348.
Neu-Kaledonien (Flora) 365.
Neuseeland 81, 268.
„ (Fauna) 348.
„ (Flora) 365.
Neuseeländische Alpen 135.
Niagara 219.
Nicaragua 126.
Nil 215.
Nilarme 252.

Digitized by Google

Nildelta 250, 251.
Nimbus 319.
Nord und Süd im Völkerleben 414.
Nordamerika, Profil von 138 (Abb.).
Nordamerikanische Cordilleren 135.
Nordenskjöld 271.
Nordpol 38.
Nordstrand 149.
Nordtiroler Kalkalpen 124.
Norfolk (Flora) 365.
Nutzpflanzen **423**.

Oasen **211**.
Ob 250.
Oberflächenformen der Erde **113**.
Oceanische Inseln **161**.
„ „ (Flora) **364**.
Oceanischer Kreislauf 199.
Oder 221.
Oetzthaler Gebiet 124, 243, 264.
Ofen 54.
Okeanos 13.
Olymp 135.

Pachoi-Gebirge 127.
Packeis 201.
Paläarctisches Reich (Fauna) **344**.
Palermo 140.
Pampas 115.
Pampas-Gebiet (Flora) **363**.
Panama 126.
Parallelkreise 40.
Pascal 295.
Pässe 121.
Passat **302**.
Passatregion 307.
Pasterzen-Gletscher 265.
Périer, Florin 295.
Perim 79.
Peschauer 129.
Pfaffers 213.
Phasen, Mond- 47.
Philippinen 79.
Phönicier 403.
Physiognomie der Gebirge 121.
„ d. Gebirgs- u. Polar-Pflanzen 333.
„ d. Pflanzenwelt 367.
Pic Alto 78.
„ d'Anéthou 123, 135.
„ de Fuego 78.
„ von Orizaba 77, 80, 135.
„ von Teyde 77, 78.
Pichincha 77.
Planeten 2, 4, 27.
Plinius 62, 63, 72.
Po 137, 215, 247, 252.
Po-Delta 251.
Po-Ebene 114.
Polar-Eis **200**.
Polargegenden 268.
Polargletscher 266, 268.
Polarkreise 36, 40.
Polarmeer, offenes 202.
Polarströme 198.
Pole 30.
Polhöhe 41.
Polynesien 81.
„ (Fauna) **348**.
Pompeji 72.
Popocatepetl 77, 80.
Poyangsee 291.
Pozzuoli 97.
Prärien 115, 374.
Ptolemäus 18.
Pyrenäen 122, 135, 137, 243.
Pythagoras 16.

Quellen **210**.
„ -Armuth 211.
„ warme 54.
Quito 127.

Radiolarien 241.
Radiolarienschlamm 189.
Ramsay 271.
Rauch, vulkanischer 62.
Red River 216.
„ „ südlicher 245.
Regelation 261.
Regenbogen 294.
Regenzeiten 321.
Regnain 80.
Reif 323.
Relikten-Fauna 291.
Reußquelle 261 (Abb.).

Digitized by Google

Rhein 215, 219, 221, 242, 245, 249, 252.
Rhein als Völkergrenze 386.
„ -Delta 251.
Rheinisches Tiefland 114.
Rheinthal 129.
Rhone-Delta 251.
Rhonethal 129.
Riffe 164.
Ritter, C. 378, 399.
Rolling Prairies 115.
Romsdals-Fjord 142.
Rügen 116.
Rundhöcker 115, 260.

Sahára 80.
Sahara 157.
„ -Gebiet (Flora) **355**.
Salzach 126.
Salzachthal 129.
Salzseen 281.
Salzsee, der Große 281.
Samoa-Inseln 81.
Sandhosen 305.
Sandwich-Inseln (Flora) 365.
Sanpo 129.
Santorin 58, 78.
Saskatschewan 137.
Sattelhöhe 124.
Säuerling 213.
Saumriffe 167.
Saussure 256.
S. Bernhard 254.
„ Gotthard 127, 133.
„ Helena 81, 159, 163.
„ „ (Flora) 365.
„ Lorenz 215.
„ Paul 163 (Abb.).
„ Vincent 80.
Schichten 179.
Schifffahrt, Entwicklung der 384.
Schlagintweit 264.
Schlammführung 273.
Schlammregen 64.
Schlammströme 64.
Schmutzbänder 262.
Schnee, ewiger 323.
Schneegrenze 254.
Schottland, geschichtliche Rolle 403, 404.
Schrammen **271**.
Schranken der Wanderungen der Organismen 342.
Schuttbedeckung der Gletscher 259.
Schwankungen der Gletscher 263.
Schwarzwald 115.
Schweiz, Bodengestalt und Geschichte 406.
Seebach 93.
Seebeben 83.
Seebecken, Form der 287.
Seehalde 249.
Seen 71, **277**.
„ abflußlose **278**.
„ der Ammons-Oase 279.
„ Entstehung der 288.
„ Größe der 286.
„ halbmondförmige 244.
„ Salzgehalt der 281.
„ Tiefe der 281.
„ Veränderlichkeit des Wasserstandes der 281.
Seewind 303.
Senkungen 95.
Serpentinen 244.
Seychellen (Flora) 365.
Sierra de Gredos 267.
„ Nevada 122, 125, 135.
„ „ de Sa. Martha 135.
Skandinavische Halbinsel 95, 406.
Skandinavisches Gebirge 135.
Sklaverei 412.
Smyrna 140.
Snags 245.
Sockel 120.
Solfataren 60, 67.
Sonne 1, 3.
Sonnenferne 32.
Sonnenflecken 4.
Sonnennähe 32.
Soolen 213.
Sopka 79.
Spalten 257.
Spitzen der Berge 121.
Stanley 283, 405.
Steilheit 116.
Stellung, schiefe, der Erde 36.

Digitized by Google

Steppen 115, 119.
„ =Gebiet, altweltliches **353**.
„ „ nordamerikanisches **359**.
Sternschnuppen 2.
Stettin **141**.
Stilles Meer **186**.
Stock 121, 179.
Stratus 319.
Ströme **209**.
Stromboli 69, 78.
Stromgebiet **215**, 218.
Strudel 207.
Stürme 305.
Sudan=Gebiet (Flora) **356**.
Südamerikanische Cordilleren 135.
Südpol 38.
Südpolarländer (Flora) 366.
Süd=Shetland 81.
Südtiroler Dolomitalpen 124.
Süßwassermeer 247.
Sumatra 79.
Sumbawa 79.
Sumpf 291.
Sunda=Inseln 163.
Sundumale 135.
Suretta=Hörner **122** (Abb.).

Tahiti 81.
Tambora 61, 63, 79.
Tanganjikasee 283.
Tauern, hohe 124.
Tehuantepec 126.
Teifun 305.
Telegraphenplateau 185.
Temperaturen 194.
Terrassen **242**.
Thäler 120, **128**.
Thäler, dynamische 128.
„ Erosions= 129.
Thalweg 244
Thalwind 303.
Thau 323.
Thaupunkt 317.
Theorie der Vulkane 82.
Thianschan 135.
Thüringer Wald 137.
Thurmform 121.
Tiefenzonen der Meeresthiere 332.
Tiefland 116.
Tiefsee 194.
Timavo 214.
Tirol, Bodengestalt und Geschichte 407.
Titicaca=See 280.
Tolima 80.
Tonga=Inseln 81.
Tornados 305.
Toulouse 221.
Trapezunt 140.
Treibeis 201.
Triglav 127.
Tristan da Cunha (Flora) 366.
Tristan=Insel 81, **162** (Abb.), 163.
Tropen 35.
Tuffe 179.
Tundren 374.
Tyndall 271.

Uebereinstimmung arctischer Pflanzen und Thiere mit solchen des Hochgebirgs 333.
Uebereinstimmung der Hochgebirgspflanzen 333.
Uebergossene Alp 265.
Ueberschwemmungen **247**.
Unebenheiten der Erdoberfläche 22.
Unteraargletscher 256.
Ural 127, 135.
Urumjasee 281.
Urzeugung 326.
Usedom, Insel 161.

Vegetationsformen **372**.
Venus 1, 4.
Verbreitung des Menschen **381**.
„ „ „ nach der Höhe 416.
„ Mittel der, der Organismen **339**.
„ der Wärme 310.
„ des Lebens auf der Erde **324**.
Verbreitungsgebiete, Größe der, der Organismen 338.
Vernagt=Ferner 264.
Verschiebungen der Erdtheile 343.

Digitized by Google

Vertheilung des Festen und Flüssigen auf der Erdoberfläche 98.
Vertheilung der Regen 320.
Vesuv 62, 63, 65, 67, 69, 75, 77, 78.
Vierwaldstätter See 406.
Vogesen 115, 137.
Vorgebirge 141.
Vulcano 77.
Vulkanbildung 57.
Vulkane 122.
Vulkanische Erdbeben 90.
" Erscheinungen 56.
" Thätigkeit 59.

Wadis 221.
Wärme **308**.
Wärme, Abnahme der, mit d. Höhe 315, 329.
" -Aequator 312.
" Einfluß auf die Verbreitung des Lebens 327.
" tägl. Schwankungen 315.
" und Ackerbau 421.
" Verbreitung im Meere 192.
" " auf der Erde 312.
" Vertheilung über das Jahr 314.
" -Zunahme des Erdinnern 53, 212.
Waldgebiet, altweltliches **351**.
" antarctisches **364**.
" nordamerikanisches **358**.
Waldgrenze **330**.
Wanderfähigkeit der Organismen **339**.
Wanderung am Lande **385**.
Wanderungen der Menschen 383.
" passive 382.
Wasser 100.
Wasserdampf, geographische Verbreitung, 316.
Wasserhalbkugel 101.
Wasserhosen 305.
Wassermasse des Meeres 220.
Wassermenge der Seen 288.
Wasser, Produkte des 419.
Wasserscheiden **215**.
Wasserscheidengebirge 215.
Watten 157.
Wellen **203**.
Wellendruck 149.
Wellenschlag 250.
Wellige Bodenformen **114**.
Weltaxe 39.
Weltgegend 44.
Weltinseln 161.
Wendekreise 35, 40.
Westalpen, geschichtliche Rolle 407.
Westindien (Fauna) **350**.
" (Flora) **360**.
Wiesbaden 54, 212.
Wiesen 374.
Wietersheim, von 408.
Wildbad 213.
Winddrehungsgesetz 300.
Winde **299**.
Windungen der Flüsse 244.
Wirkungen der Natur auf den Menschen **380**.
Wolga 215.
Wolken 317.
Wollin 161.
Würmsee 212.
Wüsten 387.

Yang-tse 215, 250, 252.
Yates, J. 250.
Ymesfjelds 135.
Yosemite-Fall 219.

Zeitrechnung 45.
Zenith 38.
Zerstörungen 85.
Zirknitzer See 283.
Zuydersee 149.
Zwei-Ocean-Paß 216.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

910
R189e

Digitized by Google

UNIVERSITY OF MINNESOTA
wils
910 R189e
Ratzel, Friedrich, 1844-1904.
Die Erde, in vierundzwanzig gemeinverst
3 1951 002 077 278 B

WILSON
ANNEX
AISLE 40

Digitized by Google